北海道大学
水産学部研究彙報

第 10 巻

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

Vol. 10

1959—1960

北海道大学水産学部
函館市

FACULTY OF FISHERIES, HOKKAIDO UNIVERSITY
HAKODATE, HOKKAIDO, JAPAN

北海道大学水産学部研究彙報

第　10　巻

総　目　次

第 1 号（1959年5月）

鱗によるホッケの年齢について …… 久　新　健一郎（1）
中層トロールの研究．VI 工業化試験 …… 小林喜一郎・井上　直一（15）
漁場に関する一考察 …… 西山作蔵・山本昭一・秋葉芳雄・上野元一（31）
On the oceanographical condition of the Okhotsk Sea in Summer of 1958 ……
…… Yoshio AKIBA, Shoichi YAMAMOTO & Motokazu UENO（37）
漁場の研究．1 オコツク海のサケ・マスについて …… 前田辰昭・三島清吉・斎藤市郎（47）
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．　1 品質と生態との関係
…… 大　石　圭　一（57）
コイ筋肉の 5′-Adenylate deaminase に関する研究．第1報 5′-Adenylate
deaminase の作用力測定法について …… 奈良　盛・斎藤　恒行（68）
Chemical studies on marine algae. XII. The free amino acids in several species
of marine algae …… Mitsuzo TAKAGI & Mitsuo KURIYAMA（72）
イカ食中毒の生化学的研究．第3報　イカ肉アミン類の人血清アセチルコリン・
エステラーゼに及ぼす影響 …… 村田　喜一・飯田　優（77）

第 2 号（1959年8月）

Studies on the Melobesioideae of Japan. I. …… Jun TOKIDA & Tomitarô MASAKI（83）
Studies on the reproductive organs of red algae. III. On the structure and
development of female organs in *Schizymenia Dubyi*, *Gymnogogrus
flabelliformis* and *Rhodymenia pertusa* ……
…… Jun TOKIDA & Tomitarô MASAKI（87）
A chromosome study in five species of isopod crustacea …… Hidejiro NIIYAMA（97）
An XX-Y sex-mechanism in the male of a decapod crustacea *Cervimunida
Pinceps* BENEDICT …… Hidejiro NIIYAMA（106）
最近津軽海峡で得た有効なレーダー像に就て …… 佐野　典達・鈴木　恒由（113）
三枚網（Trinal Gill Nets）の漁獲試験に就て …… 中村　秀男・川崎　毅一（123）
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．2 品質と魚肉の一般成分
（水分，灰分，脂肪，蛋白）…… 大　石　圭　一（131）
北海道に於ける多獲魚の煉製品原料としての価値について―（1）……
…… 谷川　英一・藤井　豊（147）

イカ食中毒の生化学的研究．第4報　イカ肉並びに牛，豚等の獣肉のアミン類が人血清アセチルコリンエステラーゼに及ぼす阻害作用…… 村田　喜一・飯田　優 (167)

第 3 号（1959年11月）

A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido, Japan …… Jun TOKIDA & Tomitarô MASAKI (173)
The structure of the yolk-sac and the absorption of the yolk in the pond smelt fry …… Juro YAMADA (196)
On the vitelline syncytium and the absorption of the yolk in the fry of two salmonids …… Juro YAMADA (205)
Some considerations on the populations of Atka fish, *Pleurogrammus azonus*, caught by drag net in the west coastal waters of Hokkaido in spring …… Ken-ichiro KYUSHIN & Tetsuichiro KINOSHITA (211)
水中に於ける air screen に関する研究．I　Air screen に対する魚群行動の予備的観察 …… 小林喜一郎・五十嵐脩蔵・安孫子勇治・林　浩司 (222)
ソヴィエト社会主義共和国連邦の領水制度について …… 鈴木　旭 (229)
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．3 品質と結締組織量との関係 …… 大石圭一 (246)
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．4 品質と酸可溶燐…… 大石圭一 (251)
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．5 品質とエキス窒素との関係 …… 大石圭一 (254)
Studies on the muscle meat of *Paralithodes camtschatica* (*TIL.*)-(II) …… Eiichi TANIKAWA, Yoshio NAGASAWA & Minoru AKIBA (257)
Chemical studies on marine algae. XIII. Isolation of crystal *L*-citrulline from *Chondrus ocellatus* and *Rhodoglossum pulchrum* …… Mitsuo KURIYAMA, Mitsuzo TAKAGI & Kiichi MURATA (277)

第 4 号（1960年2月）

Studies on the Melobesioideae of Japan. II. …… Tomitarô MASAKI & Jun TOKIDA (285)
潮境の探知に就いて …… 石田正己・鈴木恒由・佐野典達・斎藤市郎・三島清吉 (291)
風圧による船舶の横漂流について …… 斎藤昭二 (303)
Studies on the ship's oscillations induced by ocean waves. Part I. On the spectra of ocean waves and ship's oscillations…… Rihei KAWASHIMA, Osamu SATO & Shoichi YAMAMOTO (310)
函館産カレイ類の品質．第3報　品質を決定する要因．6 品質とエキスアミノ酸組成 …… 大石圭一 (319)
魚肉ソーセージの殺菌に関する研究（その1）……谷川英一・洲脇　操・秋場　稔 (332)

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

Vol. 10, 1959-60

No. 1, pp. 1- 81, May, 1959
No. 2, pp. 83-172, August, 1959
No. 3, pp. 173-283, November, 1959
No. 4, pp. 285-356, February, 1960

CONTENTS

AKIBA, Yoshio, YAMAMOTO, Shoichi & UENO, Motokazu: On the oceanographical conditions of the Okhotsk Sea in summer of 1958 37

ISHIDA, Masami, SUZUKI, Tsuneyoshi, SANO, Noritatsu, SAITO, Ichirô & MISHIMA, Seikichi : On the detection of the boundary zone 291

KAWASHIMA, Rihei, SATO, Osamu & YAMAMOTO Shoichi : Studies on the ship's oscillations induced by ocean waves. Part I. On the spectra of ocean waves and ship's oscillations 310

KOBAYASHI, Kiichiro, IGARASHI, Shuzo, ABIKO, Yuji & HAYASHI, Koji : Studies on air screen in water. 1. Preliminary observation of behaviour of fish school in relation to an air screen 222

———— & INOUE Naoichi : An experiment on a mid-water trawl. VI. Practical fishing experiment 15

KURIYAMA, Mitsuo, TAKAGI Mitsuzo & MURATA, Kiichi : Chemical studies on marine algae. XIII. Isolation of crystal *L*-citrulline from *Chondrus ocellatus* and *Rhodoglossum pulchrum* 277

KYUSHIN, Ken-ichiro: On the age of "Hokke", *Pleurogrammus azonus JORDAN et METZ*, by scale 1

———— & KINOSHITA, Tetsuichiro : Some considerations on the populations of Atka fish, *Pleurogrammus azonus*, caught by drag net in the west coastal waters of Hokkaido in spring 211

MAEDA, Tatsuaki, MISHIMA, Seikichi & SAITO, Ichiro : Studies on the fishing grounds 47

MASAKI, Tomitarô & TOKIDA, Jun : Studies on the Melobesioideae of Japan. II. ... 285

MURATA, Kiichi & IIDA, Atsushi : Biochemical studies on squid meat food poisoning. III. The effect of amines of squid meat on the activity of human serum acetylcholinesterase 77

——— & ——— : Biochemical studies on squid meat food poisoning. IV. The inhibition of human serum acetylcholinesterase by the amines of squid meat, beef and hog-flesh ····· 167
NAKAMURA, Hideo & KAWASAKI, Giichi : Results of fishing experiments with trinal gill nets ····· 123
NARA, Sakari & SAITO, Tsuneyuki : Studies on the 5′-adenylate deaminase of carp muscle. I. On the determination of 5′-adenylate deaminase activity ····· 68
NIIYAMA, Hidejiro : A chromosome study in five species of isopod crustacea ····· 97
——— : An XX-Y sex-mechanism in the male of a decapod crustacea *Cervimunida pinceps BENEDICT* ····· 106
NISHIYAMA, Sakuzo, YAMAMOTO, Shoichi, AKIBA, Yoshio & UENO, Motokazu : A studies on the fishing grounds ····· 31
ŌISHI Keiichi : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 1. Relations between the quality and features, ecological and morphological ····· 57
——— : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 2. Relations between the quality and ordinary chemical constituents ····· 131
——— : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 3. Relations between the quality and the amount of connective tissue ····· 246
——— : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 4. Relations between the quality and the amount of acid soluble phosphorus ····· 251
——— : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 5. Relations between the quality and the extractive nitrogen ····· 254
——— : Quality of flatfish from Hakodate. Part 3. The factors deciding the quality. 6. Relations between the quality and the amino acid composition of the muscle extractives ····· 319
SAITO, Shoji : Observations on the ship's drifting due to wind action ····· 303
SANO, Noritatsu & SUZUKI, Tsuneyoshi : On some useful radar figures obtained in the Tsugaru straits recently ····· 113
SUZUKI, Akira : The territorial waters in the USSR ····· 229
TAKAGI, Mitsuzo & KURIYAMA, Mitsuo : Chemical studies on marine algae. XII. The free amino acids in several species of marine algae ····· 72
TANIKAWA, Eiichi & FUJII, Yutaka : Utilization value of fishes caught abundantly in waters around Hokkaido as raw material for fish jelley products ("Kamaboko" or "Chikuwa")-(1) ····· 147
——— NAGASAWA, Yoshio & AKIBA, Minoru : Studies on the muscle meat of *Paralithodes camtschatica (TIL.)*-(II) ····· 257

TANIKAWA, Eiichi, SUWAKI, Misao & AKIBA, Minoru : Studies on the heat sterilization of fish sausage 332
TOKIDA, Jun & MASAKI, Tomitarô : Studies on the Melobesioideae of Japan. 1. 83
———— & ———— : Studies on the reproductive organs of red algae. III. On the structure and development of female organs in *Schizymenia Dubyi*, *Gymnogongrus flabelliformis* and *Rhodymenia pertusa* 87
———— & ———— : A list of marine algae collected in the vicinity of Oshoro Marine Biological Station, at Oshoro, Hokkaido, Japan 173
YAMADA, Juro : The structure of the yolk-sac and the absorption of the yolk in the pond smelt fry 196
———— : On the vitelline syncytium and the absorption of the yolk in the fry of two salmonids 205

鱗によるホッケの年齢について

久新健一郎
(北海道大学水産学部資源学教室)

On the Age of "Hokke", *Pleurogrammus azonus JORDAN et METZ*, by Scale

Ken-ichiro KYUSHIN

Abstract

In the previous paper, the auther reported his studies on the growth of "Hokke", *Pleurogrammus azonus JORDAN et METZ*, considered from the basis of length frequency distribution. This paper describes the work of age determination by scale method based upon materials collected from 1953 to 1957 in Hokkaido waters.

The results obtained are summerized as follows:

1) The scales of "Hokke" are typically ctenoid. The rings are characterized by a unusual formation of ridges on the anterior and antro-lateral field of scales, classified into two types, namely A and B, from their appearance.

2) It is impossible to make the scale-reading for fish which account for 2.4 percent of all samples observed, because of the obscure appearance of their scales or their regenerated scales.

3) The rings of A-type are acceptable as signs of age determination with the consequence that good agreements are observed among the various scales taken from various body portions on the fish as regard the relative position of A-type ring formed on the scale; but this is not the case respecting B-type ring.

4) The relation between body length and scale length is described by the regression curve, that is, $S = c + bL + aL^2$, in which formula S and L represent the scale length and the body length in millimeters respectively.

5) Frequency distributions of the radius of the ring arranged in each ring group nearly demonstrated normal distributions. Some values of the radius departing remarkably from the distribution of their population are omitted from the data by the statistical method of the criterion for the rejection of outlying observations. The number of rejected rings and of fishes which have them account for 1.2 and 1.6 percent of all dealt with in this study respectively.

6) The period of the formation of the ring on the scale is considered to be in winter as to the Japan Sea area in consideration of the seasonal changes of the marginal increment from the last ring of the scale and the ring group composition; in the Okhotsk Sea area, it may be somewhat later than Japan Sea area. From above observations, it is acceptable to conclude that the ring is in fact a year-mark of the fish.

7) The back-calculated body lengths were computed by putting the averaged ring radius of each ring group into the formula of body-scale relation and shown in table 6.

8) It is estimated that "Hokke" grow to about 21, 28-30, 31-34, 33-37, 36-39 and 41 centimaters in length in the first, second, third, forth, fifth and sixth year of their life respectively. The female grows more rapidly than the male after the second year of their life. Considerable differences of growth are recognized among areas in females but there are no distinct differences in the case of males.

緒　　言

鱗，耳石，脊椎骨及びその他の骨質部を使用した魚類の年齢の研究は枚挙に暇がないが，それ等に見られ

る混乱と困難性の多くは魚種によつて程度の差はあれ，主に次の原因によるものと考えられる。即ち，1)年齢形質に形成されている輪紋の形態的性状が複雑であること，2)周期的に形成される輪紋とは別に，水温，餌料等の外囲的諸条件並びに魚自身の生理，生態的諸条件によつて非周期的に輪紋が形成されること，3)本来は周期的に形成される輪紋であつても，その形成期における形成率は必ずしも 100% でわないと考えられることで，輪紋の性状の複雑性は特に共同研究の際に混乱を招き，又2)3)の原因がある場合には，如何に輪紋が明瞭でも単に輪数を数え輪紋の形成時期を推定するだけでは，査定の結果は正確を期し難い。これ等の点について福田[1]（1955）は既往の年齢査定の諸結果を吟味し論議している。筆者はさきに体長分布からホッケの大略の年齢及び成長を推定[2]し，鱗による年齢研究の一部も報告[3]したが，その後資料を整備し更に上記の諸点に注意しつつ検討を加えたのでここに報告する。

ホッケの年齢及び成長に関しては最初に L. A. Belechouk[4]（1938）の報告がある。彼は沿海州産のホッケについて，鱗，耳石及びその他の年齢形質の観察より鱗，鎖骨の両者を良好なものとし，更に鱗については採鱗部位の検討を行つている。本邦では平野・高橋[5]（1943），平野[6]（1947）が鱗を使用して研究を行い，第1輪が第2輪以上の輪紋に較べ著しくその形態的特徴が不明瞭であると報告し，又輪紋は冬期に形成される年輪であろうと推定して年齢別の実測平均体長を求めている。

本文に先だち，終始適確なる御指導をたまわり，本報告を御校閲下さつた，九州大学農学部水産学科相川広秋教授に対し，謹んで感謝の意を表する。又本研究を進めるに当つて幾多の御便宜をはかられた，北海道区水産研究所大垣光平所長，佐藤栄養源部長並びに添田潤助函館支所長の諸氏に心から感謝すると同時に，プレパラートの製作及び資料の整理に多くの援助をいただいた当教室丸田敏子氏にあわせて御礼申し上げる。

材料及び方法

使用した材料は（第1表），1953年11月から1957年10月までの間に北海道周辺水域から蒐集し，主として小樽，紋別，網走を根拠とした機船底曳網漁船並びに餌石，船泊，赤岩における延縄，底刺網及び底建網によつて漁獲されたものである。この中，周年に亘つて採取出来たのは小樽根拠の漁船からで，その漁場は小

Table 1. List of samples, localities where samples were collected and methods of capture

Date	Locality	Individual number	Range of B.L. (cm)	Gear
1953. XI-XII	Otaru	204	18 - 26	Danish seine
1954. I-XII	Otaru	1700	18 - 47	Danish seine
1954. IV-V	Hakodate	250	22 - 28	Drag net
1954. VI-VII	Horoizumi	220	9 - 18	Set net
1954. XI	Kumaishi	399	26 - 37	Deep gill net, Long line
1954. X-XI	Funadomari	393	26 - 41	Deep gill net, Long line
1954. VI-XI	Monbetsu	300	19 - 31	Danish seine
1954. V-XII	Abashiri	300	20 - 42	Danish seine
1954. X	Akaiwa	90	27 - 45	Deep gill net, Deep set net
1955. V	Aonai	15	3 - 11	Dip net
1957. X	Kumaishi	5	29 - 35	Long line

樽北方60～110浬沖合及び稚内沖合の両水域にまたがつている（第1図）。紋別及び網走根拠の底曳漁場は各々紋別沖合及び網走東方沖合の水域である。これ等の漁場では冬期間は休漁のため，この期間の資料は欠如している。一方熊石，船泊，赤岩の材料は何れも産卵群より得られ，資料採集期間は10～11月でその漁場は各地点の沿岸水域である。函館の材料は4～5月に漕曳網によつて浮上索餌群より漁獲されたもので，漁場は津軽海峡西口北海道寄りの水域である。材料の体長は底曳網のものでは体長18～20cm以上，又延縄，底刺網及び底建網では26～27cm以上で，漕曳網では体長範囲22～28cmである。体長18cm以下の材料は幌泉及び青苗のものにみられ，前者は定置網で，後者はたも網によつて各々漁獲又は採集された。

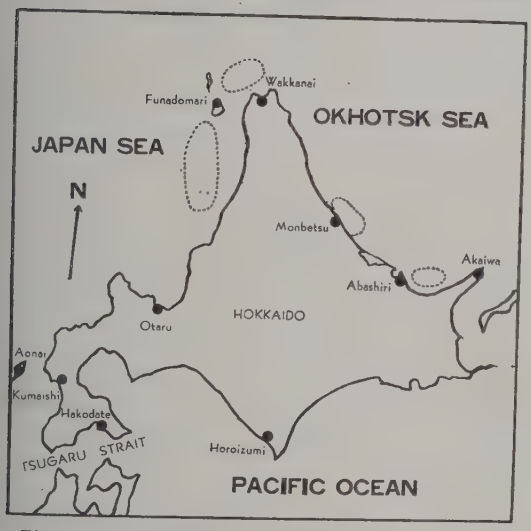


Fig. 1. Map of Hokkaido showing localities and fishing grounds mentioned

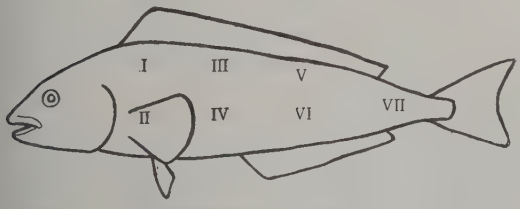


Fig. 2. Body portions from which scales are taken

鱗は魚体部位による鱗相を比較検討するために，少数個体については魚体の左右両側各々7部位，計14部より採鱗し（第2図），その他の個体では第Ⅲ部位より採取した。鱗長及び輪径の測定は鱗を万能投影器で50倍にしたものをmm単位で行つた。但し鱗の測定軸は前側線である。

尚，体長は吻先端より尾部被鱗部末端までの長さである。

鱗相の観察

鱗は節鱗で（図版1．3～8），その形状は魚体の部位によつて異なるが略短形である。鱗に観察される隆起線は，鱗の側部と前部では著しく異つた形状及び形成の状態を示している。即ち，側部の隆起線は鱗の側部縁辺と並行的に形成されているが，前部では長短様々の隆起線が鱗の前後の方向に形成されてわいるが規則的でなく，しかも鱗が増大するに従い鱗の前部縁辺と並行的に形成されて行く傾向を示し，一見虫喰状の観を呈する。輪紋として観察される鱗の部分は前側部及び前部にみられ，前側部では側部隆起線端が内側に彎曲し，又前部では隆起線が鱗の前部縁辺と並行的に密に形成され，鱗の他の部分と区別される（図版1．1，2）。しかし多くの鱗を観察すると，これ等の特徴が同時に形成されずに単に前部にのみ形成されているものもあるので，上記2つの特徴が共に形成されている輪紋をA型とし，単に後部に特徴の現われている輪紋をB型とした（図版1．2）。

尚，年齢の研究を進めるに当つて，再生鱗（図版1．3）及び輪紋の性状が不明瞭であるか又は輪紋が近接していて輪数，輪径の計測が難しい鱗（図版1．4）は調査対象外とした。これ等読輪不能の個体は幌泉，青苗及び1957年の熊石を除いた全資料の2.4%を占めるが，不明個体の割合は資料の体長が大きくなる程大きい（第2表）。水域を比較すると日本海水域がオコック水域より，又雌雄では雌が雄より体長に対する不

明個体の割合が大きい。

Table 2. Individual numbers (N′) with scales impossible to read and their percentage in samples (N)arranged in two areas, namely Japan Sea area and Okhotsk Sea area

Area			Japan Sea		Okhotsk Sea	
Sex			Female	Male	Female	Male
Range of body length (cm)	15 - 20	N	147	136	11	6
		N′	0	0	0	0
		%	0	0	0	0
	20 - 25	N	491	514	116	107
		N′	0	4	0	1
		%	0	0.8	0	1.0
	25 - 30	N	481	404	108	109
		N′	5	7	0	1
		%	1.0	1.7	0	0.9
	30 - 35	N	565	133	104	62
		N′	17	16	0	3
		%	3.0	12.0	0	4.9
	35 - 40	N	71		46	2
		N′	16		2	2
		%	22.6		4.3	100
	Above 40	N	3	1	19	
		N′	3	1	10	
		%	100	100	52.6	
Total		N	1758	1188	404	286
		N′	41	28	12	7
		%	2.3	2.4	3.0	2.4

鱗形成時の体長

鱗形成時の体長を推定するために，青苗の材料について魚体の各部から皮層を剝がし顕微鏡下で観察を行つた。その結果は，体長63mm以下の個体では鱗は全く観察されないが，体長75～83mmの個体の背鰭下部及び側線部位には鱗の薄片がみられ，その他の魚体部位では全く観察されないか或は輪郭の不明瞭な小円盤状の物質が認められる（図版2．1～4）。更に体長の大きい97～104mmの魚体の背鰭下部及び側線部位には既に隆起線及び棘状突起の形成されている鱗がみられ（図版2．5.6），他の部位でも鱗と判定出来る形状を示すまでに発達しているが（図版2．7），この状態のものは未だ非常に脆く，形を崩さずに剝脱することは難しい。体長109mm以上の個体では体の全域に亘つて隆起線及び棘状突起のある完全な鱗を観察することが出来る（図版2．8）。これ等から鱗形成時の体長は魚体の部位で幾分異なるであろうが略70mm前後と推定される。

魚体部位による鱗相の検討

さきに観察したA，B両型輪紋の年齢標示としての有用性を検討するために，魚体各部の鱗について輪紋形成位置に対応性があるか否かを検べた。第3図a～jに10個体の資料について魚体各部位より各々2枚，計28枚の鱗をとり，輪紋の型の区別をして個体毎に鱗長と輪径の関係を示した。図には座標の原点を通り45度の傾角をなす線を引いてあるから，横軸を鱗の中心とし横軸より傾斜線に至る垂直距離を鱗長として．各々の鱗の輪紋形成位置を容易に比較することが出来る。これより何れの例においても少数のB型輪紋を除けば，魚体各部位の鱗の輪紋形成位置には明瞭な対応が認められる。更に対応のみられる一連の輪紋群を鱗の中心から順次第1，第2，……，第N輪紋群として，各輪紋群に属する輪紋を型別に出現度数を求め第3表に示した。図及び表よりa～g 7例の第1，jの第2，h及びjの第3，iの第4の各輪紋群は何れもA型輪紋より構成され，jの第1，g，h及びiの第2，iの第3の各輪紋群はA，B両型の輪紋より，又h，iの第1輪紋群は何れもB型輪紋よりなる。A，B両型の輪紋で構成されている輪紋群の中，g，hの第2輪紋群はA型が28で，しかも調べた28枚の鱗の全部に観察されるところより，見掛上対応位置に形成されているB型輪紋は対応性とは無関係のものでわないかと考えられる。又jの第1及びiの第2，第3の輪紋群に両型の輪紋がみられるのは，輪紋形成時における形成機構上の何等かの原因で鱗によりA型及びB型の輪紋がそれぞれ形成されたものと考えられるか，iの第3輪紋群では対応位置に輪紋が観察されない鱗もみられ

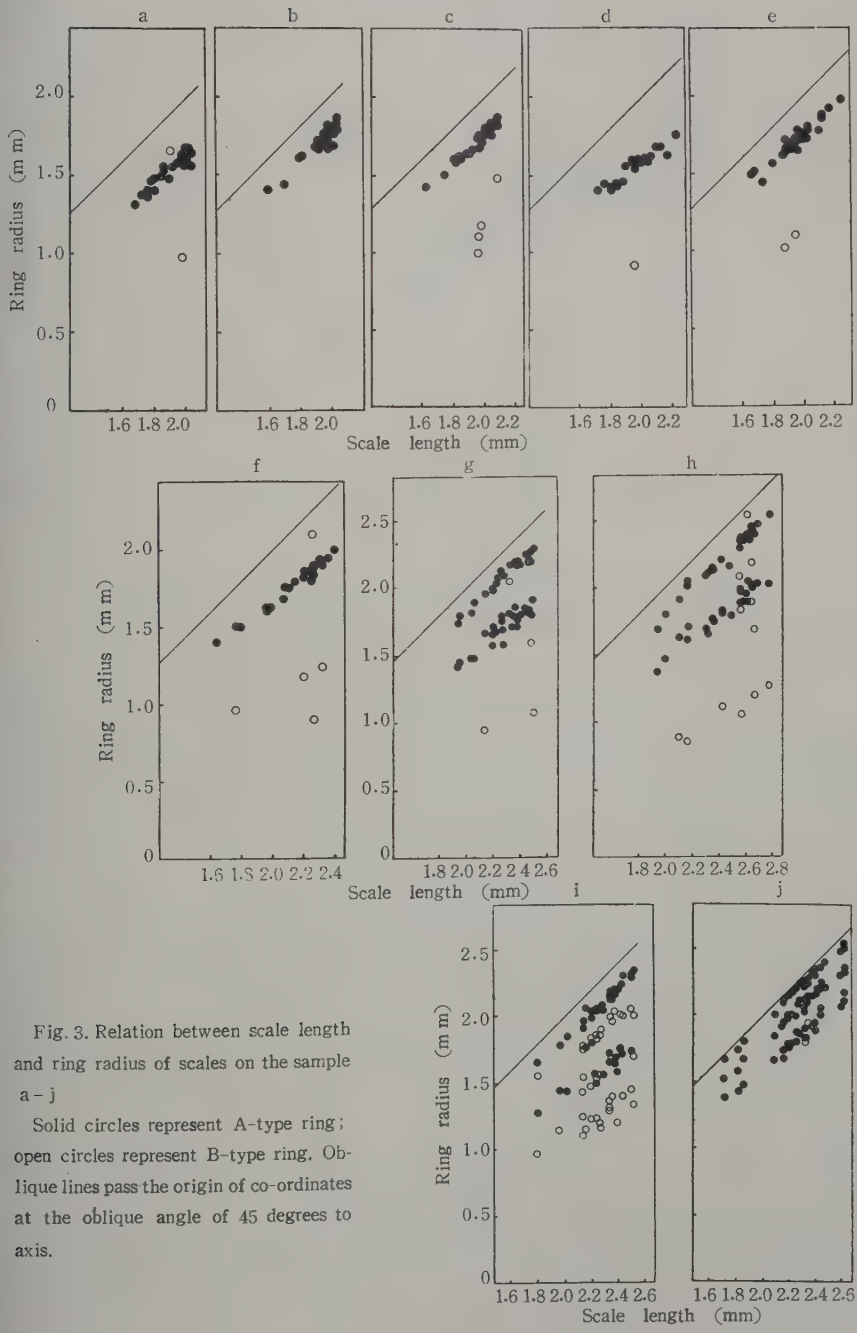


Fig. 3. Relation between scale length and ring radius of scales on the sample a－j

Solid circles represent A-type ring; open circles represent B-type ring. Oblique lines pass the origin of co-ordinates at the oblique angle of 45 degrees to axis.

Table 3. Number of A-type and B-type rings in ring groups on the corresponding portion of scales from various body portions

Sample	Date	Locality	Sex	B.L. (mm)	Number of scales examined	Ring group 1		2		3		4	
						A	B	A	B	A	B	A	B
a	1954. V	Hakodate	Female	252	28	28	0						
b			Male	256	28	28	0						
c			Female	256	28	28	0						
d			Male	259	28	28	0						
e			Female	265	28	28	0						
f	1957. X	Kumaishi	Female	296	28	28	0						
g			Female	306	28	28	0	28	1				
h			Female	328	28	0	8	28	2	28	0		
i			Female	341	28	0	17	21	7	2	16	28	0
j			Female	356	28	26	2	28	0	28	0		

る。h，iの第1輪紋群はすべてB型輪紋であるが，28枚の調査鱗中各々8及び17枚の鱗に形成されているだけである。

以上のことからB型輪紋はA型輪紋に較べて対応性が概して認められず，又対応性が認められても形成率が小さい等の理由ですべて除外し，年齢標示としての観察をA型輪紋に限定した。但しA型輪紋でも例えばiの第2，第3輪紋群のように形成率は100%でわないから，1個体より採られた全鱗を観察し，この中の半数以上に形成されている時に初めて輪紋として認輪する基準を設けた。従つて以下に取扱う輪紋はすべて上記の基準に従つたA形輪紋である。尚，以上の観察から特に鱗相の明瞭な又は不明瞭な魚体部位を指摘することは出来なかつた。

体長と鱗長の関係

予備的な検討を行つた結果では，各根拠地別資料の雌雄間に又根拠地では函館，熊石，小樽間並びに船泊紋別，網走，赤岩間の体長と鱗長の関係に差異は認められなかつたので資料を2つに大別し，雌雄の別なく両者の関係を第4図に示した。これ等の資料は何れも体長180乃至200mm以上のもので，これ以下の資料は幌泉のものを使用した。体長100mm以下の資料が欠如しているのは，鱗形成時の体長が70mm前後で，しかも形成初期の鱗が脆いので形を崩さずに採取出来なかつたためと考えられる。図から各資料の体長と鱗長の間には曲線的な関係が伺われる。今，二次の多項式 $S=c+bL+aL^2$（S：鱗長mm，L：体長mm）を適用し，最小自乗法で諸係数を求めれば次のようである。

幌泉　　$S=-0.6663+0.01516\cdot L-0.2169\cdot 10^{-4}\cdot L^2$（N＝72　97＜L＜184）

函館，熊石，小樽　　$S=-0.3713+0.01252\cdot L-0.1474\cdot 10^{-4}\cdot L^2$（N＝185　187＜L＜376）

船泊，紋別，網走，赤岩　　$S=-0.5083+0.01322\cdot L-0.1480\cdot 10^{-4}\cdot L^2$（N＝203　201＜L＜455）

鱗長は体長が増加する割りには増大せず，又函館，熊石，小樽及び船泊，紋別，網走，赤岩の両者を比較すると，体長200mm前後では差異は認められないが，体長が大きくなるに従い後者の体長に対する鱗長は前者のそれより次第に大きくなつている。

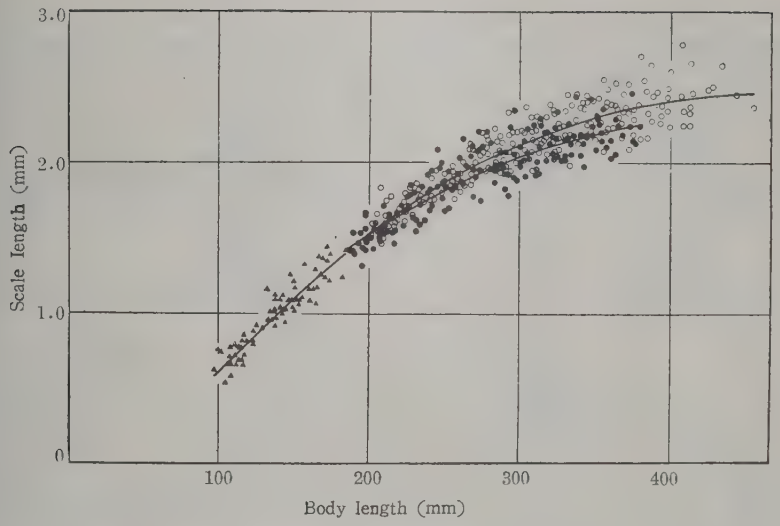


Fig. 4. Relation between body lengtd and scale length
Solid circles represent the data of Hakodate, Kumaishi and Otaru; open circles represent the data of Funadomari, Monbetsu, Abashiri and Akaiwa; solid triangles represent the data of Horoizumi.

輪径度数分布

魚体各部位の鱗相の観察から，概して輪紋形成位置に対応性がなく，しかも形成率が小さいという理由でB型輪紋を観察の対象外とし，又それと逆の理由で読輪をA型輪紋に限定したが，B型輪紋のすべてが年齢の標示と無関係で，A型輪紋のすべてが年齢の指標として有用であるという根拠は全くない。従つてA型輪紋だけを観察対象にした場合に起り得る年齢査定上の誤差を修正又は除去するために輪径度数分布から検討を加えた。産卵が1年の或る限定された時期に行われ，輪紋が或る時期に集中的に形成されるならば，輪紋の形成位置は個体間で対応し，集中的な輪紋形成時期以外に輪紋が形成される個体或いは形成期に輪紋の形成に欠如のある個体の輪径は対応性からはずれるか又は対応していても位相のずれが認められよう。こゝで輪径度数分布を検討する場合，体長と鱗長の関係にみられたように同一体長の個体であつてもその鱗長の分散は大きく，しかも体長が大きくなる程分散は大きいので測定した輪径の値を標準化[7]すれば有効である。即ち或る個体の体長及び鱗長を各々l．s とし，測定した輪径を鱗の中心から順次r_1，……，r_nとして体長と鱗長の関係式より1に対する鱗長Sを求めると$R_n = S/s \cdot r_n$は標準化された輪径である。

第5図に館石及び小樽の資料の輪径度数分布を示した。図から館石の雌を除けば何れの資料も巨視的には輪径1.8mm 前後を境に2つの分布の峰がみられ，更にこれを輪群別の度数分布に分析して両者を対比すれば，前者の輪径の小さい方に出現している分布の峰は第1輪から，又輪径の大きい方の峰は何れも第2輪以上の輪紋から構成されていることが判る。館石の雌では輪径分布の峰は3つ指摘され，輪径1.8mm 以下にみられる峰は他と同様に第1輪から，又2.0及び2.13mm を中心とする峰は各々第2，第3輪から成つている。函館，船泊，紋別，網走及び赤岩の資料は図示していないが，船泊の雌の輪径分布が館石の雌のそれに類似する以外はすべて館石の雄或いは小樽の資料のように2つの分布の峰が認められるだけで，輪径分布に第3又は第4輪以上の峰を明確に指摘出来ないのは，第2輪以上では輪径の差が小さく，且つ高輪程資料数

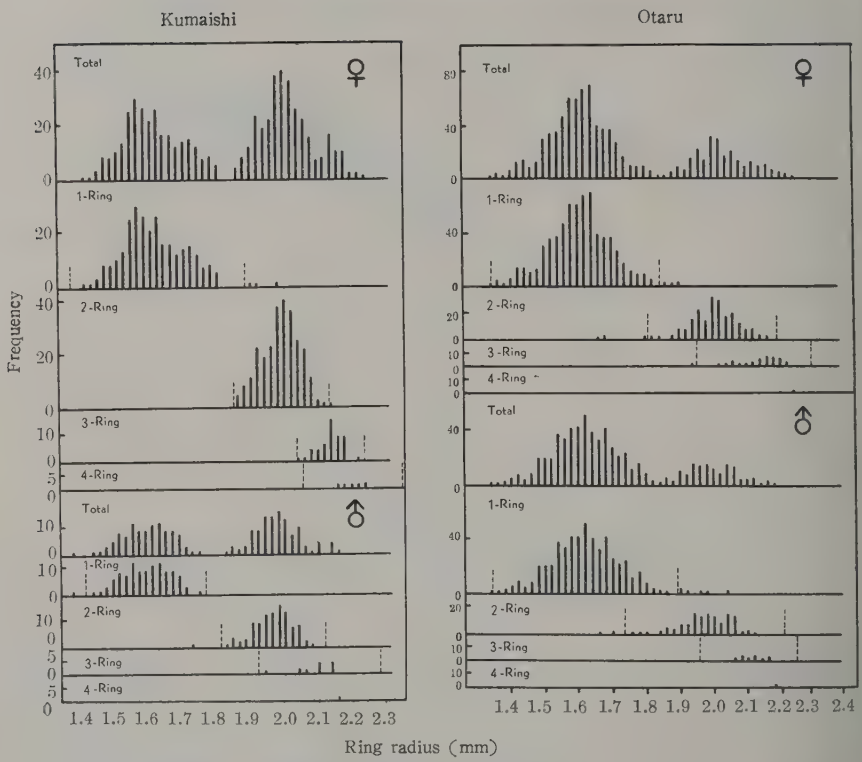


Fig. 5. Frequency distribution of ring radius from the data of Kumaishi and Otaru
Dotted lines represent the rejectance limitation for $P_{0.01}$.

Table 4. Number of rings (n′) rejected by the method of criterion for the rejection of outlying observations and its percentage in all rings (n) measured

Sex	Ring group 1 n	1 n′	2 n	2 n′	3 n	3 n′	4 n	4 n′	5 n	5 n′	Total n	Total n′	N	N′
Female	1654	19 (1.2)	899	10 (1.1)	280	2 (0.7)	59	1 (1.7)	11	0 (0)	2903	32 (1.1)	1654	24 (1.4)
Male	1000	15 (1.5)	352	4 (1.1)	43	0 (0)					1398	19 (1.4)	1000	19 (1.9)
Total	2654	34 (1.3)	1251	14 (1.1)	323	2 (0.6)	59	1 (1.7)	11	0 (0)	4301	51 (1.2)	2654	43 (1.6)

N and N′ represent the total number of fishes examined and individual numbers with rejected ring.

が少ないためである。従つて輪群別にすることなく作られた輪径分布から個体間の輪紋形成位置に対応性があるか否かを判断することは困難であり，又誤差の修正も行うことは出来ない。一方輪群別の輪径分布は第2輪以上の分布範囲は重複するか略正規型を示し，この結果からは可成りの対応性の存在が認められる。しかし資料中には分布の峰から著しく離れた輪径値もみられるので，これ等を棄却限界法により1%の危険率で棄却した（第5図）。棄却された輪紋及びこれの形成されている個体の出現率は水域，雌雄及び輪群で顕著な相異はなく第4表に集約され，各々全資料の1.2及び1.6%を占めているが，本研究ではこれ等をすべて資料より除去した。その理由は，例えば小樽の雌，体長295mmの個体では，第1，第2及び第3輪の輪径に各々1.34，1.66，1.92mmで何れも輪径母集団より棄却され，1.66，1.92mmの輪紋は輪径値からみて各々第1及び第2輪に相当するものと判定されるが，第2輪以上では棄却範囲が可成り重複するためこのような修正が出来ない場合も生ずるためである。

輪紋形成時期の推定

輪紋の形成時期を推定するために資料を日本海及びオコックの2水域に大別し，最終輪からの鱗の伸び，$k=R-r_n/R\times100$（R：鱗長，r_n：最終輪径），並びに日本海水域については更に輪群組成の季節的変化を追求した。第6図のa，bに1輪及び2輪群のkの度数分布を2ケ月毎に集計し百分率で示した。これより日本海水域の1輪群では1～2月でkの分布は主に0～8の間にあり最多度数は2～4に出現しているが，時期の推移と共に分布は次第に大きい方に移行し，11～12月では分布範囲は8～22，最多度数値は20～22である。又9～12月の資料には新たにkが0～2の個体が少数なからみられる。オコック水域の1輪群では1～4月の資料は欠如しているが，5～6月に分布範囲20～30にみられる一群のkの値を除けば，分布の季節

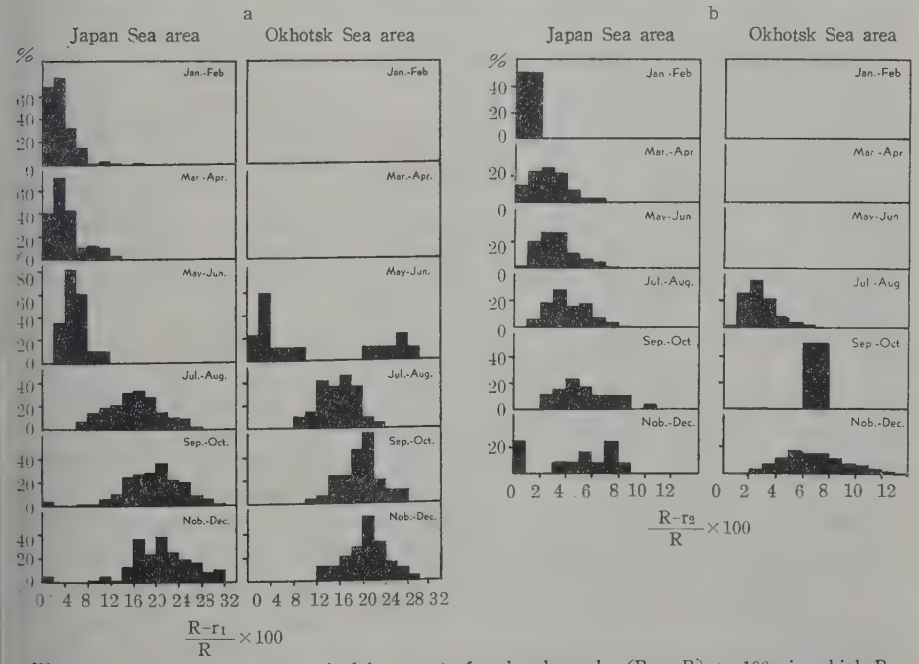


Fig. 6. Seasonal changes of marginal increment of scales shown by $(R-r_n/R)\times100$, in which R is scale length and r_n is ring radius of the last ring
a, 1-ring group; and b, 2-ring group.

的変化は日本海水域の場合と略同様な推移を示している。5～6月に分布範囲20～30にみられる資料は体長範囲26～31cm，体長モード27cmで，一方同期の0～10にみられる資料の体長範囲は20～21cm，体長モードは21cmであるから，体長からみても両者は明かに異質の魚群と考えられ，しかも前者はkの値が11～12月より大きい方に分布しているから，このものは間もなく第2輪が形成される個体であろうと推定される。両水域を比較するとオコック水域の5～6月の分布は同期の日本海水域のそれより小さい方に分布し，3～4月の分布に相当している。2輪群の結果も1輪群の場合と同様に1月から12月迄時期の推移と共に終始kの分布は大きい方に移行している。

日本海水域についての輪群組成の季節的変化を第7図に示す。使用した資料の体長組成は何れも正規分布をなしモードの出現は極めて顕著で，しかも互にモードの位置の近接していることから同一年初群より抽出されたものと考えられる。第7図から，11月の資料では98%以上が0輪個体であるが，時期の推移と共に0輪個体の割合は減少し1輪個体の割合が増加している。4月の資料は欠如しているが5月では94%以上を1輪群が占め，6月以後では体長組成からみて同一年級群で構成されていると考えられる資料は入手出来なかつたため図示してないが，0輪個体は全く観察されていない。上記輪群組成の変化は同資料の鱗の観察から明かに鱗の縁辺に輪紋が形成されて0輪群が1輪群に添加して行く過程が確かめられた。

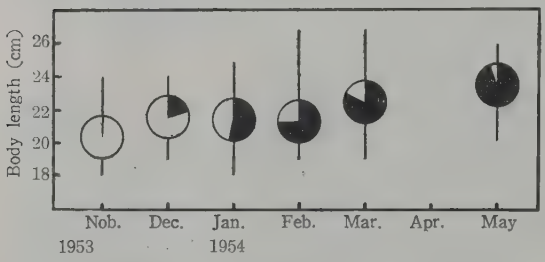


Fig. 7. Seasonal changes of ring group composition from thedata of Otaru
Position of circles and longitudinal lines represent the mode and the range of body length in the data arranged by months. Open and solid part in circles represent the percentage of 0-ring and 1-ring group respectively.

以上の結果から第1及び第2輪の形成は日本海水域で11月から5月の間に行われ，その盛期は1～2月にあると推定される。又オコック水域では一部の資料が欠如しているために判然としないが，形成期は日本海水域より幾分遅いものと考えられる。尚，第3輪以上の輪紋については資料が散漫なため追求出来なかつたが，第1輪，第2輪と同一の基準に従つて読輪したものであるから，同じく1～2月を中心とした冬期間に形成される年輪と類推してよいであろう。

平均輪径及び計算体長

資料を近接する漁場毎一函館・熊石，小樽，船泊，紋別・網走・赤岩一にまとめ，雌雄別，年齢別に平均輪径を求め第5表に示した。小樽及び船舶の資料を別個に取扱かつたのは，漁場が近接するにも拘らず体長と鱗長の関係に差異が認められたためである。これより第1輪では各水域の雌雄何れについても年級群にこる傾向的な変動はみられないが，第2輪以上では高年齢群程輪径は小さく所謂Lee氏現象が認められ，しかも高輪程顕著である。全年齢群の平均輪径をみれば，雌雄間の相異は各水域とも第2輪以上に現われ，雌の値が雄のそれより大きくその差は高輪程大きい。水域を比較すると各水域とも第1輪は1.58～1.63mmの間にあり略同様な値を示すが，第2輪以上では船泊及び紋別・網走・赤岩の値は函館・熊石及び小樽より極めて大きく，又函館・熊石及び小樽の雄の第3輪を除けば雌雄共に小樽は函館・熊石より，紋別・網走・赤岩は船泊より何れも大きい。

計算体長は既に算出した体長と鱗長の関係式及び平均輪径の両者から求められる（第6表）。これよりL_1の値は各水域，雌雄共に21cm前後であるが，L_2以上では雌の値が何れも雄より大きい。水域を比較すると雌の

Table 5. Averages of ring radius in mm. in ring groups arranged in each age group

Locality	Sex	Age group	Ring group 1 n	1 $\bar{x}$	1 S.D.	2 n	2 $\bar{x}$	2 S.D.	3 n	3 $\bar{x}$	3 S.D.	4 n	4 $\bar{x}$	4 S.D.	5 n	5 $\bar{x}$	5 S.D.	6 n	6 $\bar{x}$	6 S.D.
Hakodate Kumaishi	Female	1	146	1.595	0.065															
		2	212	1.609	0.086	212	1.993	0.053												
		3	44	1.639	0.093	44	1.975	0.059	44	2.142	0.033									
		4	5	1.560	0.094	5	1.932	0.057	5	2.108	0.057	5	2.200	0.032						
		Mean	407	1.607	0.081	261	1.989	0.055	49	2.138	0.036	5	2.200	0.032						
	Male	1	124	1.587	0.068															
		2	90	1.586	0.063	90	1.966	0.051												
		3	10	1.572	0.107	10	1.932	0.053	10	2.106	0.035									
		4	1	1.480	···	1	1.820	···	1	2.040	···	1	2.160	···						
		Mean	225	1.585	0.068	101	1.962	0.054	11	2.100	0.039	1	2.160	···						
Otaru	Female	1	457	1.607	0.087															
		2	138	1.605	0.093	137	2.013	0.059												
		3	43	1.610	0.087	43	1.988	0.060	43	2.143	0.050									
		4	1	1.680	···	1	2.000	···	1	2.160	···	1	2.240	···						
		Mean	639	1.607	0.084	181	2.007	0.060	44	2.143	0.049	1	2.240	···						
	Male	1	388	1.615	0.096															
		2	106	1.620	0.087	101	1.977	0.067												
		3	15	1.616	0.094	15	1.964	0.081	14	2.113	0.031									
		4	1	1.520	···	1	1.960	···	1	2.080	···	1	2.180	···						
		Mean	510	1.616	0.094	117	1.975	0.068	15	2.111	0.031	1	2.180	···						
Funadomari	Female	1	37	1.655	0.111															
		2	172	1.621	0.117	172	2.111	0.059												
		3	83	1.638	0.122	83	2.094	0.071	83	2.251	0.047									
		4	17	1.642	0.074	17	2.089	0.051	17	2.244	0.042	17	2.324	0.042						
		5	2	1.650	0.089	2	2.050	0.085	2	2.190	0.056	2	2.290	0.028	2	2.340	0.056			
		Mean	311	1.631	0.115	274	2.104	0.055	102	2.249	0.046	19	2.321	0.042	2	2.340	0.056			
	Male	1	15	1.612	0.112															
		2	34	1.620	0.114	34	2.076	0.056												
		3	7	1.607	0.089	7	2.047	0.060	7	2.160	0.069									
		Mean	56	1.616	0.108	41	2.071	0.057	7	2.160	0.069									
Monbetsu Abashiri Akaiwa	Female	1	83	1.639	0.104															
		2	114	1.574	0.097	91	2.108	0.064												
		3	43	1.603	0.097	43	2.107	0.071	43	2.267	0.047									
		4	23	1.590	0.112	23	2.082	0.082	23	2.250	0.058	23	2.349	0.060						
		5	8	1.605	0.085	8	2.085	0.052	8	2.240	0.031	8	2.335	0.033	8	2.395	0.022			
		6	1	1.600	···	1	2.000	···	1	2.140	···	1	2.280	···	1	2.360	···	1	2.420	···
		Mean	272	1.601	0.103	166	2.102	0.068	75	2.257	0.052	32	2.344	0.055	9	2.391	0.022	1	2.420	···
	Male	1	91	1.646	0.091															
		2	86	1.561	0.107	75	2.074	0.073												
		3	9	1.580	0.087	9	2.024	0.061	9	2.216	0.058									
		Mean	186	1.605	0.106	84	2.068	0.070	9	2.216	0.058									

場合にオコック水域の L_2 を除けば，函館・熊石，小樽，船泊，紋別・網走・赤岩の順に大きくなつているが，雄の場合には雌にみられたような水域による傾向的な差異は認められない。

Table 6 Calculated body length in mm.

Locality	Sex	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
Hakodate	Female	209.9	282.4	324.1	347.7		
Kumaishi	Male	206.4	276.2	312.0	331.8		
Otaru	Female	209.9	286.0	324.3	364.9		
	Male	211.0	278.4	314.1	339.6		
Funadomari	Female	212.3	295.1	331.9	355.5	362.9	
	Male	210.1	287.9	308.1			
Monbetsu Abashiri Akaiwa	Female	208.0	294.6	334.3	364.5	386.9	406.5
	Male	208.6	287.3	322.5			

成　　長

北海道周辺水域におけるホッケの産卵期は9～12月の間で，卵の発生実験[9]及び稚魚の採集状況[9]から卵の孵化時期は水域によつての相異は多少考えられるが大体1～4月と推定される。又前述の操作を経た輪紋は冬期間に形成される年輪と判定され，更に年輪形成時の体長が求められているから，これ等から成長を考察することが出来る。即ち，ホッケは孵化後1年で体長21cm前後に達し，2，3，4，5，6年で雌の場合には各々28～30，32～34，34～37，36～39，41cm 時後に，又雄の場合では2，3，4年で各々27～29，31～32，33～34cm に成長する。雌雄による成長の相異は孵化後2年以後に現われ，各水域とも雌の成長が雄のそれより良好て，年令の増加と共に体長の差は次第に大きくなつている。次に水域による成長を比較すると，孵化後1年では体長に差異は認められないようであるが，2年以後では紋別・網走・赤岩，船泊，小樽，函館・熊石の順に成長は良く，その差は4年以後において著るしい。しかし雄の場合には雌のような水域による傾向的な差異は認められない。

又，計算体長とは別に年令群の実測体長からも成長を追求することが出来る。第8図は小樽及び幌泉の資料から求められた雌雄別平均実測体長の変化を示したもので，同時に比較の意味で体長組成から推定した成長曲線もあわせて図示した。これより孵化後1，2，3年で達する体長は各々略22，28，32cm で，雌雄による成長の相異は2年以後に現われ，これ等は同水域の計算体長の結果と近似し，体長組成から求めた成長曲線とも良く一致している。初年の成長量は約21cm で顕著であるが，第2年では7～8cm，更に第3年以後では急激に絶対成長量は減少する。季節的にはS字曲線的な成長を示し，冬期は成長の遅退期で春期から秋期までの期間は成長期であることも知られる。

尚，L. A. Belechouk 及び平野・高橋の年齢別平均実測体長を第7表に示した。両者の結果は材料採取の年月及び水域が異り，しかも体長の測定基準が Belechouk は尾叉体長，又平野・高橋は全長であるから筆者の結果と直ちに比較出来ない。しかし Belechouk の資料は9月に採取したものであること，冬期間の体長増加量は僅少と考えられること及び尾叉体長に0.94を乗じて略被鱗体長が求められること等より，本結果と対比することが出来る。換算の結果，Belechouk の平均尾叉体長は5，6，7年魚で各々被鱗体長約35，37，40

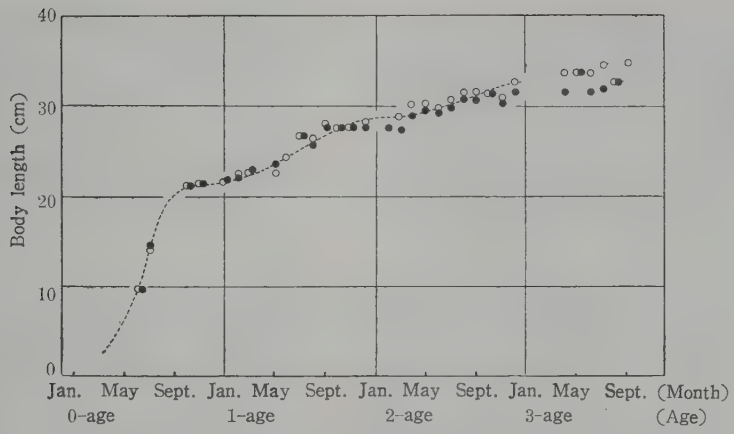


Fig. 8. Growth of "Hokke" from actual length values in age groups
Dots show averages of the data arranged by months, in which open circles and solid circles represent female and male respectively. Broken lines represent the growth curve considered from length frequency distributions.

Table 7. Averages of body length in age groups made by L. A. Belechouk and Y. Hirano and T. Takahashi
The standard of body length is fork length for the former and is total length for the latter.

Worker	Locality	Date	N	Age	Average of body length (cm)
L. A. Belechouk (1938)	Plastun Bay	1936 IX-21	5	5	37.00
			42	6	39.07
			7	7	42.50
Y. Hirano and T. Takahashi (1943)	Kutsugata	1943 V-28	11	3	28.1
			26	4	35.7
			2	5	39.5
			1	6	39.4

cmとなり，筆者の求めたL_4，L_5，L_6の値と近似している。又，全長に0.87を乗じて被鱗体長が求められ，平野・高橋の3，4，5年魚の平均実測全長は各々約24，30，34 cmとなる。資料採取時期が平野・高橋では5月であるから本結果のL_1，L_2，L_3と対比することが出来るが，両者の間には丁度1年の年齢の差が認められる。この原因は平野・高橋が第1輪の性状が第2輪以上の輪紋に較べ著しく不明瞭であるとし，しかも年輪として取扱つたが，本研究ではB型輪紋を調査対象外としたところにあると考えられる。

結　　言

以上に述べた一連の結果から，鱗はホッケの年齢査定のためには良好な形質と判定され，又計算体長，実測体長及び体長分布の諸結果が良く一致している所から査定結果の妥当性が伺われる。しかしながら年齢査定上の誤差を修正する点に関しては，先ず輪紋をその性状からA，B2型に分け，次に魚体各部の鱗の鱗相の検討を行い，更に輪径度数分布から輪紋の妥当性を検べたが，十分且つ満足なものではない。又本研究では査定結果の精度に関しては数値的に全く不明である。

尚，今後の問題として特に指摘される点は体長と鱗長の関係並びに水域による成長の相異で，前者につい

ては小樽及び船泊の資料は互に近接した漁場から採取されながら差異がみられ，又後者に関しては雌の場合に認められ，雄では雌にみられたような水域による傾向的な相異は認められていない。今後の研究が望まれると同時にそれ等が魚群系統の解析に有用な手掛かりになり得るか否かもあわせて検討する必要があろう。

摘　　要

筆者は1953年11月から1957年10月までの間に北海道周辺水域より得られた資料に基き，鱗を使用してホッケの年齢研究を行い，次の諸結果を得た。

(1)鱗は節鱗である。鱗に観察される輪紋は前部及び前側部に形成され，その形態的特徴からA，B2型の輪紋に区別される。

(2)再生鱗及び鱗相の不明瞭な鱗をもつ個体は全資料の2.4%である。

(3)幼稚魚の観察から魚体に初めて鱗の現われる体長を約70mmと推定した。

(4)魚体各部位の鱗相を検討した結果，A型輪紋の形成には対応性が認められたが，B型輪紋では概して対応性がみられないか或いは対応性が認められても形成率が小さい。従つて年令の指標としてはA型輪紋をとり，B型輪紋は観察対象外とした。

(5)体長と鱗長の関係は二次項式 $S=c+bL+aL^2$，（S：鱗長，L：体長）で求めた。この関係で函館・熊石・小樽の資料及び船泊・紋別・網走・赤岩の資料の両者間に差異が認められた。

(6)輪群別輪径度数分布は略正規型を示す。分布の峰から著しく離れた輪径の値は棄却限界法で資料から除外した。棄却された輪紋及びこれ等が形成されている個体は全資料の各々1.2及び1.6%である。

(7)最終輪からの鱗の伸び及び輪群組成の季節的変化から，輪紋の形成時期は年一回でその盛期は日本海水域では1～2月の冬期と考えられ，又オコツク水域では日本海水域より時期的に幾分遅れるものと推定された。

(8)年齢群別，輪群別平均輪径にはLee氏現象が認められた。平均輪径及び体長と鱗長の関係式の両者から年輪形成時の体長を算出した。

(9)ホッケは孵化後1年で約21cmに成長し，2，3，4，5，6年で雌の場合に各々略28～30，32～34，34～37 36～39，41cmに，又雄の場合には2，3，4年で各々略27～29，31～32，33～34cmの体長に達する。雌雄による成長の相異は孵化後2年以後にみられる。水域による成長型の相異は雌に認められる。

(10)成長は曲線的で絶対成長値は年齢と共に減少する。季節的にはS字曲線的な成長を示し，冬期は成長遅退期，春期から秋期までは成長期である。

(11)鱗はホッケの年齢査定のためには良好な形質と考えられる。

文　　献

1) 福田嘉男（1955）．年齢と成長に関する研究の問題点．年齢と成長に関するシンポジウム資料（水産庁）1～32．

2) 久野健一郎（1957）．体長分布よりみたホッケの成長．北大水産彙報 8(3)，190～194．

3) ・高杉新弥（1957）．ホッケの研究（IV）年齢および成長．北水試月報 14(11)，3～12．

4) L. A. Belechouk（1938）. Contribution on Age Determination of *Pleurogrammus azonus*. ***Bull. on the Pac. Sci. Inst. of Fish. and Ocean.***, **14**, 165～168.

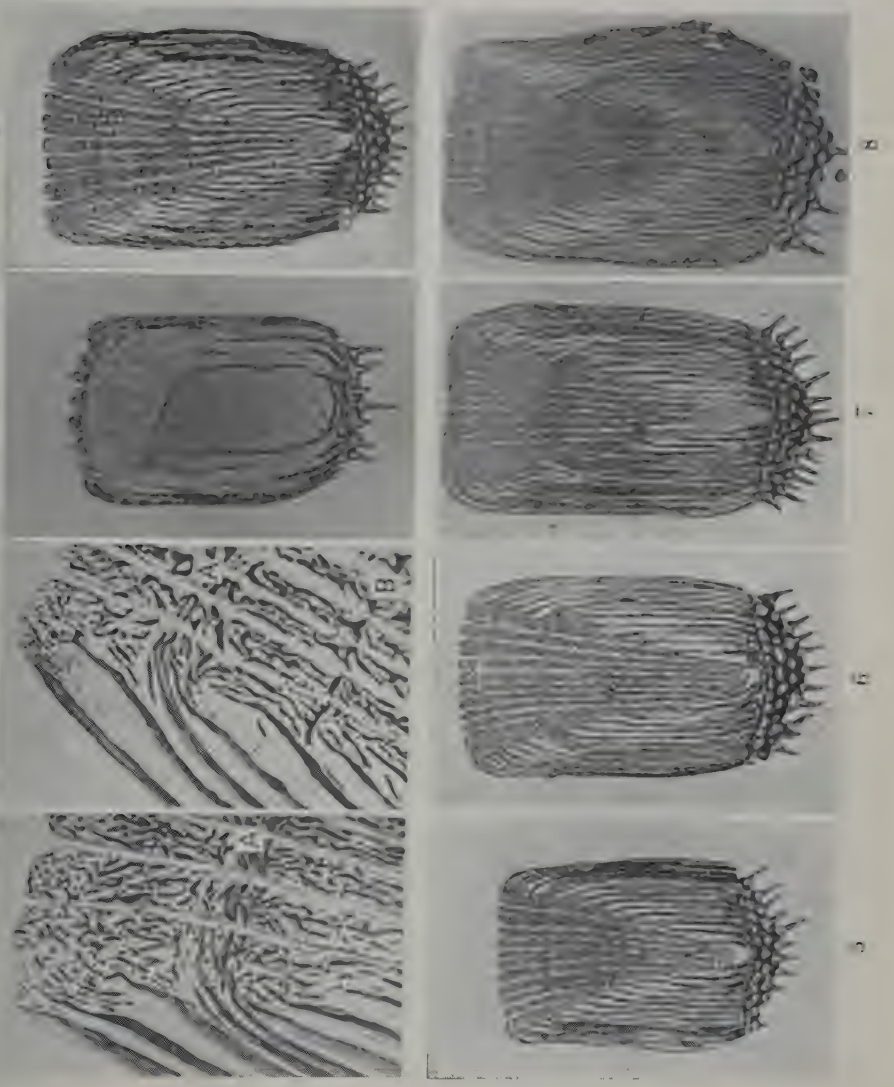
5) 平野義見・高橋武司（1943）．ホッケに関する一・二の観察．北水試事業旬報（577），8～10．

6) ————（1947）．北海道のホッケについて．北水試月報 4(1)，10～21．

7) 田川匡秋・米盛 保（1956）．サバの資源生物学的研究．対島暖流調査報告 3，1～21．

8) 遊佐多津雄（1957）．ホッケの研究（III）魚卵の発生と稚魚．北水試月報 14(10)，3～16．

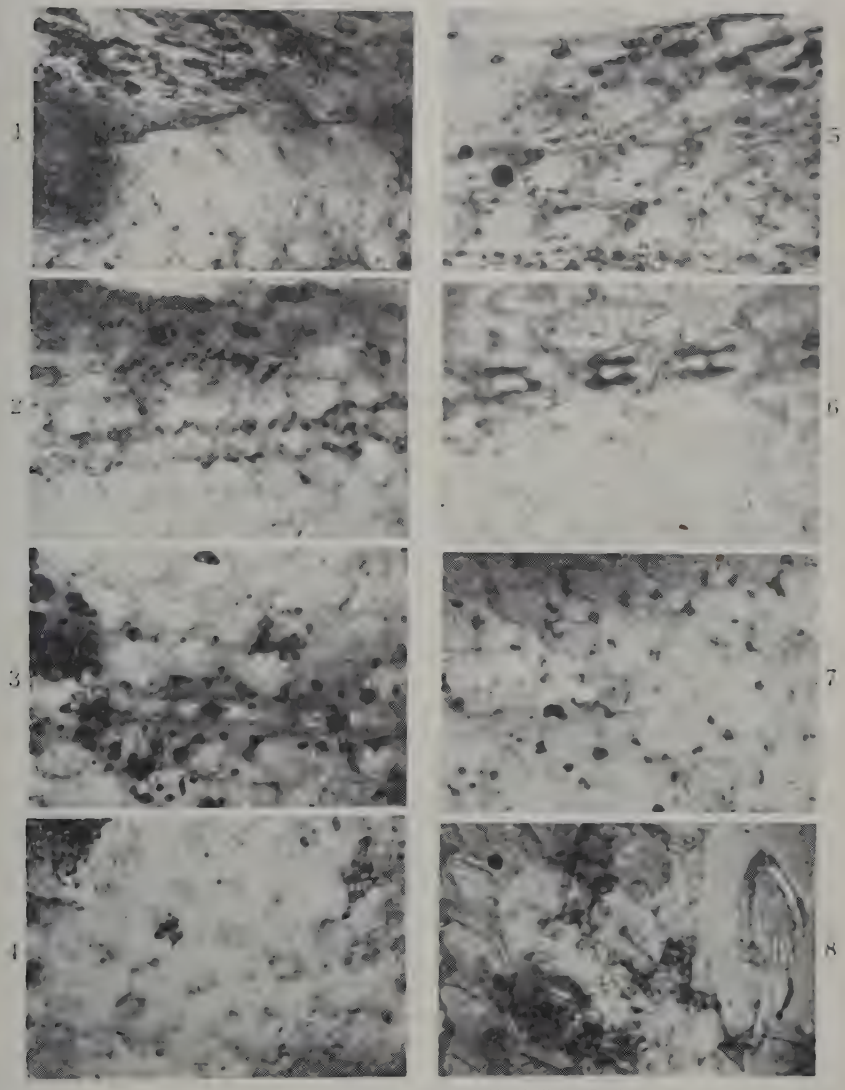
9) 辻崎久輝・石垣富夫（1957）．ホッケの研究（V）生育段階とその習性．北水試月報 14(12)，3～6．



KYUSHIN, K. : On the Age of "Hokke" by Scale

Explanation of Plate 1

Fig. 1 Antero-lateral field of a scale showing A-type ring
Fig. 2 Antero-lateral field of a scale showing A-type and B-type ring
Fig. 3 Regenerated scale
Fig. 4 Scale with obscure appearance
Fig. 5 Scale from a female fish 287 mm. in body length collected from Kumaishi, November 1954, showing one ring
Fig. 6 Scale from a female fish 301 mm. in body length collected from Kumaishi, November 1954, showing two rings
Fig. 7 Scale from a female fish 293 mm. in body length collected from Umaikomari, October 1954, showing three rings
Fig. 8 Scale from a female fish 301 mm. in body length collected from Akaiwa, October 1954, showing four rings



KYUSHIN, K. : On the Age of "Hokke" by Scale

Explanation of Plate 2

Fig. 1 Body portion under dorsal fin of a fish 78 mm. in body length
Fig. 2 Body portion on lateral line of a fish 75 mm. in body length
Fig. 3 Body portion under dorsal fin of a fish 83 mm. in body length
Fig. 4 Body portion excepting the portion under dorsal fin and on lateral line of a fish 77 mm. in body length
Fig. 5 Body portion under dorsal fin of a fish 104 mm. in body length
Fig. 6 Body portion on lateral line of a fish 97 mm. in body length
Fig. 7 Body portion excepting the portion under dorsal fin and on lateral line of a fish 104 mm. in body length
Fig. 8 Body portion of a fish 109 mm. in body length

中層トロールに関する研究

VI 工業化試験

小林喜一郎・井上直一
（北海道大学水産学部水産機械学教室）（北海道大学水産学部漁法物理学教室）

An Experiment on a Mid-water Trawl

VI. Practical fishing experiment

Kiichiro KOBAYASHI and Naoichi INOUE

Abstract

The purpose in undertaking this project was to make practical test of a mid-water trawl fishery set up and to develop an efficient trawl gear. Construction of this gear is as follows: the tapering box-shaped net of 63.6m total length, with the mouth 15m in length along one edge, is made of amilan fibre which decreases the resistance of the netting in water, on account of the smaller diameter and yet retains greater strength than other fibres. Four aluminium alloy Phillips planing floats which are all 20cm in diameter and fourty spherical glass floats are lashed to the hand-rope to keep it in a broad upward arch in shape. On the other hand, 120 porcelain sinkers and two depressors having 0.8m² effective area, are used to give a downward thrust to the ground-rope thus assisting in producing not only a maximum opening to the mouth of the trawl net but also in depressing the gear against the uprising of the net caused by the resistance of water.

Two V. D. type otter-boards measuring 2m in length and 1m in height, which are attached to the ends of the sweep lines, spread sufficiently the mouth of the net. Two wire towing warps of 1.6cm diameter and 400m length are employed, in one of them cabtyre cord was inclosed.

The depth of the net in the water could be easily measured by the electric depth indicator installed on the deck, which connects to the electric pressure gauge, fitted to the ground-rope of the net, through the cabtyre cord above mentioned. When a school of fishes appeared on the echo-sounder the vessel is ready to set the gear rapidly to the very depth of this school adjusting the towing warp length after the depth indicator has been consulted.

The speed of the trawler is less than about 3 knots. The smaller trawler "Ryoan Maru" (83 ton 300 HP) tried this gear several times in practice and could catch fairly abundant fishes in the sea near Wakkanai from December, 1957 to the end of April, 1958.

This research proved that the mid-water trawl gear would have possibility of practical application on a commercial scale.

I まえがき

中層トロールに関する研究は，昭和30年31年度に於て，北海道大学水産学部と北海道水産試験場の協同研究に対し，水産庁より農林漁業応用研究費が与えられて，前報[1]までに述た如く一つの中層トロールの形式を選定して，これの基礎試験から海上実験までの一連の試験を完了した。しかし乍ら本格的な漁撈試験を行い得なかつた事と，早急にこれが実用化を図る必要性があつた事等によつて，更に昭和32年度もこの継続研究を希望したのであるが，水産庁からはこれまでの研究結果を基礎として工業化試験を実施するため，水産会社と協同して研究を促進するようにとの勧告があつた。そこで協同研究の対象として日魯漁業函館支社を選び，稚内附近の底曳漁場を実験場とする事によつて工業化試験に着手したものである。その頃にはすでに

カナダの British Columbia 州に於ける鰊中層トロール[2]漁法の成功が伝えられ，その特異な網の構造と，Dual Fin Otter-board と称せられる（以下D.F.式オッターボードと称す）特殊なオッターボードとによつて多大の関心を呼んだ。又デンマークに於ける R. Larsen 式の二艘曳中層トロール[3]はその構造の単純さによつて注目され，更に1956年に於けるソ連冷凍トロール船オーロラ号によるノルウエー海に於ける鰊の中層トロール[4]は驚異的な漁獲を報じ，この漁具漁法が或はオコツク海やベーリング海に進出して来るのではないかという国際的な関心と共に，水産界に大きな影響を与えた。一方我国に於ても日魯，日水，大洋等の各水産会社は秘密裡に研究を進めてはいたが，企業採算の立場から尚小規模の実験に止まつていたようである。また水産庁の高山等[5]は中層トロールに関する種々の実験を行い，例えば 本曳網による中層トロール漁法等を発表してはいるが，小規模で実験範囲に止まつているように思われる。この時に当つてこの工業化試験は中層トロール漁法の実用性を決定すべき役割を荷つていると考えられた。

II 研究経過の概要

中層トロール漁法は漸くその緒についたばかりで尚多くの未解決の問題を含んでいるだけに，今までにあらわれた中層トロールの漁具漁法も多種多様の工夫をこらしており，これが最良であるという形式を決定するまでに到つていない。従つて工業化試験に着手するに当つて，中層トロール漁具漁法の基本形をどのように定めるべきかは，その後の研究を進めて行く上に大きな問題となる。昭和31年までに北大で実施した研究結果の中，オッターボード[1]及びデプレッサー[1]はその機能略満足すべきものがあつたので，一応基本形を北大形式で進める事にしたが，これと併行してカナダ式をも研究する事にした。北大式の網そのものは小型に過ぎ，実際の漁業には不充分であると考えられたので，先ず網の設計から着手したのであるが，その形としてはカナダ式の如き所謂パラシュート型が最も多く使用されている現況から判断してこの形を採用し，尚強度と価格を考慮して先ず次の如き第1号網を試作した。

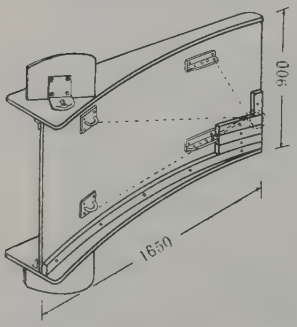


Fig. 1. Port Dual Fin otter-board in towing position (Canada type)

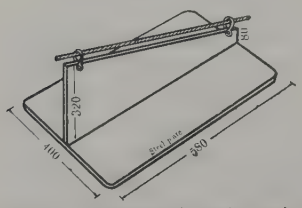


Fig. 2. Depressor (Canada type)

スパンナイロン 20番手 本目結節 10号4寸目（12cm）
6号2.5寸目（7.5cm）20号2寸目（6cm）
タール染 網口10間四方（15m平方）
網丈48.5間（67.4m）

次にこの網に適応すべきオッターボードとデプレッサーを設計するに当つて，網の抵抗を予め知つておく必要があるが，このような巨大な網の抵抗を予測する事は困難であつたから，とりあえず北大式のオッターボード（下縁に重量40kg追加）とデプレッサー（前縁に鉛14kgを追加して安定をよくした）そのままを使用し，他にカナダ式とほぼ同じオッターボード（Fig. 1）とデプレッサー（Fig. 2）を製作し，この2組によつて予備試験を行う事になつた。実験船は日魯漁業底曳船漁安丸（83 ton，300HPジーゼル機関）で，この船にはトロールウインチの設備がないので，船内に手廻しのワイラリールを取付け，更に船尾にはオッターボード吊下げ用のダビット二本を装備した。尚このダビットは底曳漁業を行う際には取外しが可能である。曳網には直径16mm（5分）のワイアロープを各々400m使用した。

（1）第1次試験（昭和32年9月11日）

折柄の小雨をついて函館港沖合に於て試験を行つたが，結果に於ては失敗であつた。これは網の抵抗が予想外に大きかつた

ために船速が出ず，北大式の場合には重量約90kgのオッターボードは浮上直立する事が出来なかつたためである。結局この網は糸が太く，しかも本目結節を縦曳したために網口の開きが悪く，大きな抵抗をもたらしたものと考えられる。これはカナダ式のオッターボード及びデプレッサーを装置した場合も同様で，重量160kg のオッターボードは沈んだまま展開せず，結局，船，網，オッターボード，デプレッサーが釣合つていない事が観察された。尚念のため旧北大型の網[1]をつけて曳航した場合は，オッターボードは次第に直立し，網は充分展開した。

（2）　第2次試験（昭和32年10月23日，1/10及び1/20模型試験）

ここに於て，網の抵抗を小さくすると共にオッターボード及びデプレッサーを大きくする事が考えられた。抵抗を小さくするために網を小さくする事は，漁獲能率を低下せしめる恐れがあるので，網の大きさはほぼそのままとし，その抵抗を小さくするために，アミラン糸を使用すると共に，その太さも出来るだけ細いものを使用した。一方これを適応すべきオッターボード及びデプレッサーの設計を急ぐ事になり，特に操業上の容易さと，網口附近に集る魚群を威嚇する事を防ぐために，カナダ式の如きD.F.型のオッターボードについて研究を進めることになり，機能，安定良好で展開力が前よりも大きく，且あまり大きな容積をとらぬ様な条件が要求された。デプレッサーについては，その有効面積を前よりやや大きくしたものを採用したが，オッターボードについては各種の模型を作り還流水槽により試験した結果 Fig. 3に示す如き複葉型オッターボードが極めて良好な性能を示す事がわかつた。そこで急ぎ網の模型につけて漁具としての性能を研究する事となり，網について1/10及び1/20模型網を，オッターボード及びデプレッサーについては1/10模型を作つた。その中1/10網の構造は次の如くである。

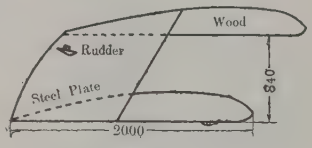


Fig. 3.　Plane view of bi-plane type otter-board

アミラン210D　蛙又結節，不染3子24本12cm（4寸目），3子21本12cm（4寸目），9.7cm（3.2寸目）6cm（2寸目）又，オッターボードの構造は，クラークY翼板　10cm×20cm　2枚　水中重量100g，空中重量860g，木製で下縁に重錘として鋼板を取付け，その水中重量を略零にした。

一方デプレッサーの寸法は長さ15cm巾15cm水中重量280g，空中重量320gであつた。この中1/10網については，実物網と全く同じ糸を使つて網の大きさを1/10にしたのであるから，抵抗に関する限り近似的に実物網の1/100であると考えた。

10月23日函館港内に於て実施した1/10及び1/20模型網の試験の結果は，網成良好で，オッターボード及びデプレッサーの機能も充分であつて，満足すべき結果が得られたので，直ちに実物の製作にかかつた。函館の日新造船に於て作つたオッターボード及びデプレッサーは次の如くである。

複葉型オッターボード，全木製　取付金具及び錘の部分には鋼板を用い，翼板は2m×1m2枚，舵0.4m×1m　水中重量50kg　空中重量777kg　1/10模型の100倍の構造である。

デプレッサーは，鋼板ハート翼型に木材で整形したもので，翼巾1.5m　翼長1.5m　水中重量40kg　空中重量210kgで旧北大型のデプレッサー[1]をそのまま大きくしたものである。

（3）　第3次試験（昭和32年11月4日　複葉型オッターボード単独試験）

この中複葉型オッターボードのみ11月4日，漁安丸により単独試験を行つた。長さ15mのペナントワイアにより只1ケ所で結びつけられたオッターボードは水中に投入された瞬間直立し，速度4節に於ても安定良好で動揺，振動なく，非常に良好な性能を示した。しかし乍ら空中重量が膨大になつたために，漁安丸の如き小型漁船にては船上に於ける取扱いの困難が予想されるという見方が強くなつた。一方これに対して製作された実物網は次の如きものである。（Fig. 4）

アミラン210D　蛙又結節　24本4寸目，21本3.2寸目，2.5寸目，33本2寸目，網丈43.4間（63.6m）網口10間（15m）4寸硝子球14個，ハットフロート4個，瀬戸沈子120個。

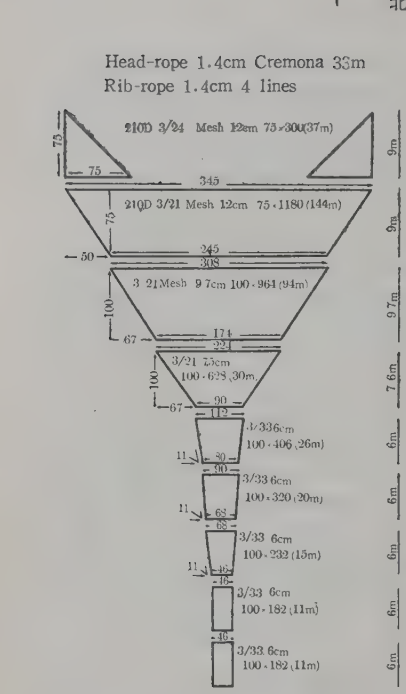


Fig. 4. Development of amilan mid-water trawl net

この網にこの複葉型オッターボード及びデプレッサーを取付けて試験を行えば恐らく良好な結果を得られると予想されたのであつたが，漁安丸による実際操業にあたつては冬期の日本海で波浪高く，且底曳漁業を主とし，中層トロールの実験はその余暇をみて行うため，この両漁具を操作，格納するには甲板が余りにもせまく，且重量物の搭載取付も極めて困難であつたために実験を行うことが出来ずに漁安丸はその翌日稚内に向けて出発した。

（4） 第4次試験 （昭和32年9月～10月稚内）

一方稚内に於ては漁期の切迫と共に漁具の早急な完成が要求された。そこで函館と平行して実験を進捗せしめる事となり，新に1/3の模型網，オッターボード，デプレッサー（この中オッターボードは全木製とした）を作製し，各種の実験を行つた。ここに1/3オッターボードの構造は，長さ1.176m，巾0.577m，クラークY翼形単葉板で，水中重量22kg，デプレッサーは有効面積0.27m²で水中重量約8kgである。

9月27日より10月末日迄はこの1/3模型網と，函館より移送した1/10模型網とについて，日魯漁業船月汐丸及び15曙丸とにより各種の実験を行つた。即ちV.D.式オッターボードについて10回，2艘曳試験6回，オッターボード及びデプレッサーの単独試験を5日間実施し，この規模に於ける網成り，その釣合等について検討を重ねた。尚この試験中は海上電気株式会社より携帯用魚群探知機（50KC）を借用し，網の深さ，網口の開度等を実測して資料の収集につとめた。尚この外に1/3模型網や網尖35m網（木綿網）等についても同様の試験を繰返した。以上の結果からV，D，式オッターボードを用いた方が効率が良効である如く観取された。

（5） 第5次試験（昭和32年11月～33年3月）

11月上旬稚内にアミラン実物網，複葉型オッターボード及び大型デプレッサーが到着したのであるが，前述の理由により，漁安丸による実際操業が困難視されたので，このオッターボードを解体して新に同寸法の単葉型V.D.式オッターボード（Fig. 5）を作製した。その構造は縦2m，高さ1mのクラークY翼型板で，材料には木材を使用し，重量軽減のため肉抜きし，下縁には鋼板をボルト付けして重心を下げ，水中に於て容易に直立し得る如くしたが，ブライドルや，吸水による重量増加があつて試験中水中重量は約80kgに増大した。

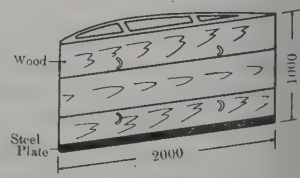


Fig. 5. Starboard V. D. type otter-board

11月10日よりこのアミラン網，V.D.式オッターボード，北大式デプレッサー（有効面積の0.8m²），1/3デプレッサー（有効面積約0.27m²）等を組合わせて漁業試験の準備は完了したのであるが，折柄底曳漁業の最盛期に入り，漁安丸は多忙となり，中層トロールの漁獲試験を実施する暇が少なかつたので，その間各種の模型網，小型網，オッターボード，デプレッサー等につき，夕汐丸及び第十五曙丸等により海上実験を実

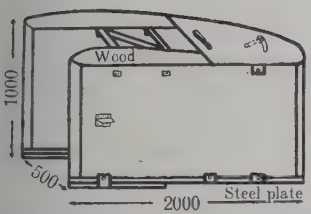
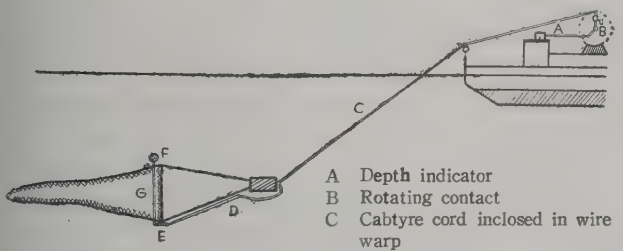


Fig. 6. Bi-plane type otter-board (reconstruted)

施し資料の収集とその解析を行つた。その中には改良型複葉オッターボード（Fig. 6）も含まれている。また網口開度計（深度計兼用）をも使用して網口の開度や網の深さ等をも測定し得る如くした。その配置はFig. 7に示してある。ついで12月より3月までの間に数回漁獲試験を実施し，或程度の漁獲をあげる事が出来，関係者はこの種中層トロールの成功を確信し得るに到つたのであるが，アミラン網については時折の破網，吹かれのための繰絡等によつて尚改善の余地があり，また試験船の装備については更に大きな改善が望まれた。



A Depth indicator
B Rotating contact
C Cabtyre cord inclosed in wire warp
D Cabtyre cord
E Electric pressure gauge
F Air bag
G Rubber tube

Fig. 7. View of depth indicator (With net opening gauge) set on deck and net.

III 漁具構造の詳細

このたびの研究に於て昭和33年3月末までに最終的に到達した漁具の構造を詳述すれば次の如くであるが，これはその間に得られた各種の試験結果を検討し解析して得たものである。しかし漁具の構造や大きさは操業船の装備や大きさによつて非常に制限を受けるものであるから，むしろ操業船の装備を改善することにより，より大型且能率的な漁具が考案されていたかも知れぬ。

（1） 漁具（Fig. 8）

網は，網口正方形のパラシュート型で，四隅に三角形の小袖網を設け上下2本の手網（16mm ワイアロープ，上綱45m，下綱46.5m）によりオッターボード後部背面の上下2箇所に夫々の手綱をシャックルで取付ける。オッターボードは4本のブライドル及びその連結点から上下2本の手綱に到る遊び綱を介して16mmの曳綱（ワイアロープ）に連結される。曳綱は機関室の両側にある捲取ドラムを通り，甲板前方に設置された手廻しのリールに捲きとられる。下手綱と網との付根に13mm，長さ2mのワイアロープにてデプレッサーを吊下げ，更に網口拡大のため必要な時は網口下縁に1/3デプレッサーを1～2個吊下げた。このデプレッサーは網口の展開ばかりでなく，下向きの沈降力を生じ，網全体を沈める作用もする。網口の上方展開は200mm直径のハットフロート[2]を4個，及び120mm直径の硝子球浮子を取付けたが，静止時の浮力は約30kgである。また沈子綱には52gの瀬戸沈子を120個取付けたが，その綜合沈降力は約5kgである。一方北大型デプレッサー1個の沈降力は曳網速力3節で自重を含め約162kgである。又オッターボードの展開力は同様3節で180kgである。ワープは400mで，その片側ロープ内にはキャブタイアコードを封入してあり，電気深度計，網口開度計の導線として用いた。このワイア1m当りの重量は約0.96kgである。

（2） 漁法

投網に当つては，先ずオッターボードを船尾のダビットに吊下げておく。船を微速で前進させ乍ら，船尾より嚢，胴，袖の順序に投網し，網が水中に入ると共にデプレッサーのシャックルを下手綱にかけ滑らせて投入すれば，網口は上下に開くと共に次第に沈降する。更にリールをもどし乍ら手綱をのばし，遊び綱が，ダビットに吊下げたオッターボードのところまで来た時に，この上手綱をオッターボードの後部背面の取付

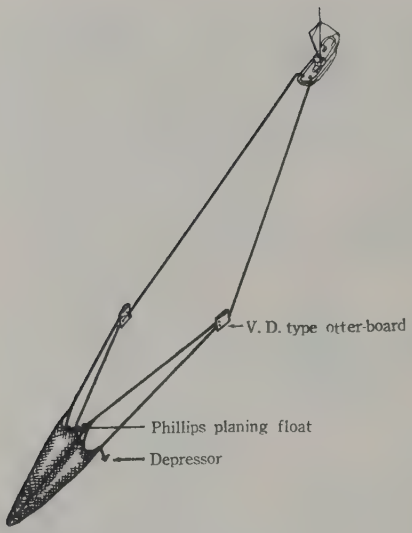


Fig. 8. View of fishing operation of mid-water trawl

ギングにて網をデプレッサーと共に甲板上にあげる。

金具にシャックル止めをする。この位置で曳綱をゆるめて遊び綱の連結点と，オッターボードのブライドルの連結点とを結び，次にオッターボードをダビットより離せば，海中に入り，速度の増加と共に次第に左右に展開する。

電気深度計を網口下際に取付け，右舷のキャプタイアコード入りワイアの曳綱を通して船上にてメーターをみながら，曳綱の長さを調節する事により網口を必要深度に曳航する事が出来る。曳網速度は約3節を適当とする。

揚網の場合にはドラムでワープを捲上げると同時に手廻しリールでワイアロープを捲き取る。オッターボードまで捲き上げた時にブライドルの連結点をダビットに吊り止めし，ワープをゆるめてブライドルのシャックルを遊び綱の連結点より切り離せば，ワープと遊び綱は一本となり，オッターは後背面で2本の手綱に連結されたままとなる。次に更にこの手綱をオッターボードよりはずせば，オッターボードは全く切り離されてダビットに吊下る。手綱を更に捲きあげ，綱及びデプレッサーが見えればこれを舷側に廻し，舷門よりリ

IV 海上実験に於ける各種測定値

研究に際し各種の測定を行つたが，その資料の一部を掲げる。

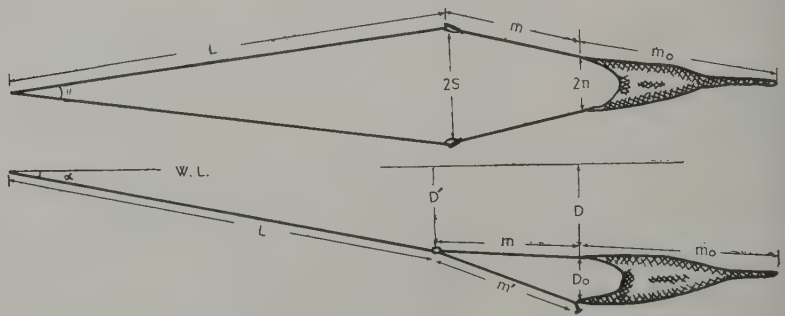


Fig. 9. View of practical fishing experiment (V.D. type)

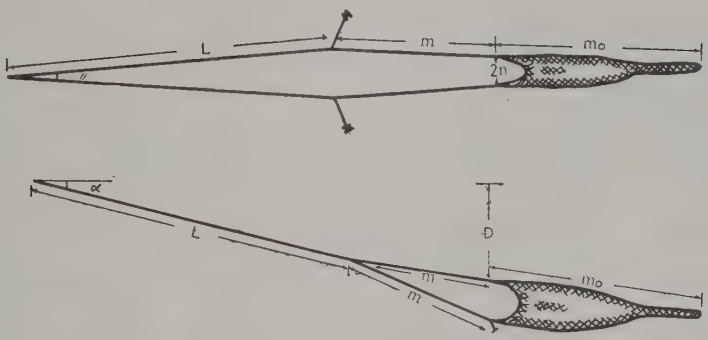


Fig. 10. View of practical fishing experiment (D.F. type)

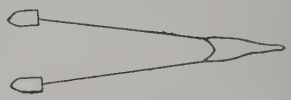
(1) 1/10 模型網に関する試験

Table 1. 1/10 model experiments of mid-water trawl gear

Bi-plane otter-boards, two depressors					
Length of warp out	(m)	25	25	25	25
Towing speed	(knot)	2.5	3.0	4.5	4.9
Tension of warp	(kg)	34	65	90	97
Cross angle of warps	(θ°)	8	—	—	—
Wire angle	(α°)	11	—	—	—
1/20 model net, 1/10 mono-plane V. D. type otter-boards, two depressors					
Length of warp out	(m)	10	10	10	
Towing speed	(knot)	2.5	3.0	4.5	
Tension of warp	(kg)	14.5	23	35	
Cross augle of warps	(θ°)	15	15	15	
Wire angle	(α°)	15	12.5	12.5	
Depressor only					
Towing speed	(knot)	1.9	2.6	3.0	
Tonsion of warp	(kg)	1.0～1.5	2.0～2.5	3.2	
Wire angle	(α°)	69	65	62	
Mono-plane V. D. type otter-boards, two depressors					
Length of warp out	(m)	15	15	15	30
Towing speed	(knot)	2.0	2.4	3.5	3.3
Tension of warp	(kg)	35	55	70	57
Cross angle of warps	(θ°)	9	12	11	8
Wire angle	(α°)	8.5	7	—	7.5

Two boats towing, two depressors

Length of warp out	(m)	10	20	20	20
Distance between two boats	(m)	5	5	5	5
Towing speed	(knot)	1.6	1.7	2.0	3.1
Tension of warp	(kg)	5	9	11	13
Wire angle	(α°)	10	6	7	8

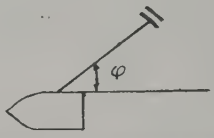


Mono-plane U. D. type otter-board only

Towing speed	(knot)	1.6	2.5	2.6	2.7	3.5
Tension of warp	(kg)	1.2	2.6	2.5	2.5	2.8
Dragging angle	(ϕ°)	45	43	45	—	35

Bi-plane D. F. type otter-board only

Towing speed	(knot)	1.3	1.5	1.7	2.8
Tension of warp	(kg)	1.5	2.0	2.0	4.5 ~5.0
Dragging angle	(ϕ°)	72	60	75	68

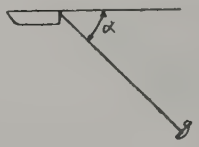


(2) 1/3 模型網に関する試験

Table 2. 1/3 model experiments of mid-water trawl gear

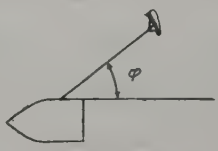
Depressor only

Towing speed	(knot)	2.3	3.0	3.2
Tension of warp	(kg)	60	50	60
Wire ange	(α°)	38	27	—



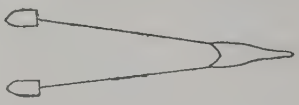
Mono-plane V. D. type otter-board only

Towing speed	(kuot)	1.6	2.3	3.4
Tension of warp	(kg)	—	130	240
Draging angle	(ϕ°)	45	45	48
Wire angle	(α°)	70	63	63



Two-boats towing

Length of warp out	(m)	40	40	40
Distance between two boats	(m)	20	22	20
Towing speed	(knot)	1.6	2.0	2.4
Tension of warp	(kg)	150 ~175	250	270
Wire angle	(α°)	15	10	12



Mono-plane V. D. type otter-boards, two depressors

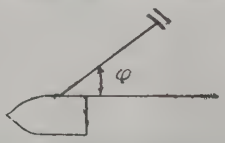
Length of warp out	(m)	20	20	20
Towing speed	(knot)	1.1	1.9	2.3
Tension of warp	(kg)	300	500	470
Cross angle of warps	(θ°)	20	25	30
Wire angle	(α°)	20	—	15

(3) 実物オッターボード及デプレッサーに関する試験

Table 3. Full scale otter-board and depressor experiments

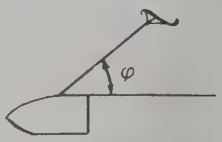
Bi-plane D. F. type otter-board only

Towing speed	(knot)	1.6	2.6	2.9	3.2	4.2
Tension of warp	(kg)	270	425	525	675	775
Dragging angle	(ϕ°)	60	55	50	60	55



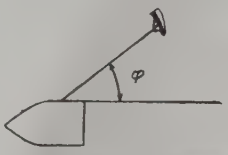
Canada D. F. type otter-board only

Towing speed	(knot)	2.0	2.4	4.0
Tension of warp	(kg)	100	150	250
Dragging angle	(ϕ°)	45	45	49
Wire angle	(α°)	22	23	35



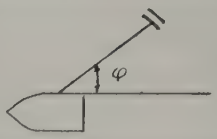
Mono-plane V. D. type otter-board only

Towing speed	(knot)	2.5
Tension of warp	(kg)	270
Dragging angle	(ϕ°)	55



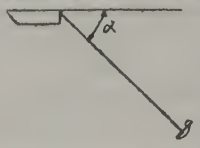
Bi-plane D. F. type otter-board (reconstruction) only

Towing speed	(knot)	3	3.6	3.1	3.2	2.1	2.3	3.8
Tension of warp	(kg)	200	350	400	400	150	230	500
Dragging angle	(ϕ°)	63	63	63	63	63	63	63



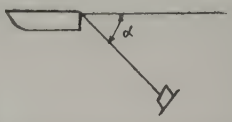
Depressor only

Towing speed	(knot)	1.5	2.7	3.8	1.5	2.1	3.4	3.6
Tension of warp	(kg)	50 ~100	100 ~150	250 ~400	50	90	150	175
Wire angle	(α°)	66	62	61	52	61	65	47



Canada type depressor only

Towing speed	(knot)	1.4	2.1	3.6
Tension of warp	(kg)	45	60	110
Wire angle	(α°)	44	50	53



(4) 2艘曳試験

Table 4. Two boats towing of full scale net with Canada type two depressors

Towing speed	(knot)	0.7	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6
Tension of warp	(kg)	180	330	330	400	330	380
Distance between two boats	(m)	20	20	20	20	20	23
Cross angle of warps	(θ°)	5	7	8			7
Wire angle	(α°)	10	7.5	7	6	7	6
Mouth opening gauge	(μA)	58	47	57	47	45	47
Height of mouth	(m)	9.5	7.6	9.3	7.6	7.3	7.6

(5) 漁撈試験

Table 5. Fishing experiments

Date	Fishing rigion	L (m)	m (m)	m_0 (m)	2n (m)	2s (m)	$\theta°$	D (m)	m′ (m)	$\alpha°$	Speed (knot)	D′ (m)	Do (m)
3, Dec. 1957 10° 10′ A.M.	Amilan fiber net, V.D. type otter boards' 1/1 dep. 2, 1/3 dep. 3 Lat 45°-35′N, Long 141° 40′E	50	45	63.6	10	20	20	16～19	46.5	18	2.0		
3, Dec. 1957 10° 25′ A.M.	Amilan fiber net, V.D. type otter boards, 1/1 dep. 2, 1/3 dep. 2 Lat 45°-35′N, Long 141° 40′E	140	45	63.6	18	37	15	30	46.5	14	2.4		11
27, Dec. 1957 5° 40′ P.M.	Amilan fiber net. V.D. type otter-boards, 1/1 dep. 2, 1/3 dep. 2	300	45	63.6		31.5	6	100～105	49	18.5			
29, March 1958	Spun nylon net, V.D. type otter-doarbs, 1/1 dep. 2, 1/3 dep. 1	200	30	42	13	28	9	47	—	15	2.4	40	7
24, Dec. 1957 3°20′～5°40′P.M.	Amilan fiber net, D.F. bi plane otter boards (reconstructed), 1/1 dep. 1, 1/3 dep. 2	100	45	63.6	9	15.5	9	29	49	13	2.4		

Table 6. Amount of catch while fishing experiment

Date	Species	Catch
27, Dec. 1957	Atka mackerel	6
	Sculpin	3
28, Dec. 1957	Atka mackerel	300 kg
16, Mar. 1958	Alaska pollock	19 kg
27, Mar. 1958	Sole	20 kg
	Alaska pollock	6
2, Apr. 1958	Alaska pollock	20 kg
	Herring	6

V　測定値の解析

前項に述た如く，中層トロール漁具の構造を決定するには 1/20，1/10，1/5，1/3，1/1 等の漁具について多くの実験や測定を行つたものであるが，それらの測定値は海上実験の困難性や漁具の不安定性，曳航速度測定の不確実，漁具単独試験の場合と，これらを網と組合わせた場合の性能上の相異等によつてこれらの測定値は最終的に必ずしも満足すべきものではなかつた。むしろ多くの実験を繰返す事によつて質的に漁具の選択が出来たとも言う事が出来る。そしてより正確な測定値を得るためには尚多くの測定器具，特に自動記録装置を使つて尚多くの実験を繰返す事が必要である。不充分ではあつたがこれまでに得られた測定値からそれらの理論解析値を求めた。

(1) デプレッサーの性能 (Table 7)

この結果から見て旧北大型デプレッサーの性能と，1/3模型の性能とはよく一致している。

(2) オッターボードの性能 (Table 8)

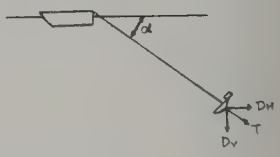
単独型オッターボードの単独試験は，流れに対する迎え角を一定に保つ事が出来ず，これは必ずしも網装着した状態をあらわしていない。

(3) 網の抵抗 (Table 9)

網の単独抵抗を測る事は非常に困難である。何故なれば，網にオッターボードやデプレッサーを装着し

Table 7. Performance of depressors

Depressor		Towing speed (knot) 1	2	3	4	Dimmension
1/1 model	T	0.6	1.5	3.1	6.2	15cm in length
	α	15	22	28	35	
	D_V	0.6	1.4	2.7	5.2	15cm in breadth
	D_H	0.2	0.6	1.5	3.5	
1/3 model	T	11	30	62	123	8kg weight in water
	α	27	27	27	27	
	D_V	9.8	27	56	112	
	D_H	5.6	15.2	31.5	65	
Full scale	T	30	90	180	310	35kg weight in water
	α	23	25	27	29	
	D_V	27.5	82	162	270	
	D_H	12.2	38	82	150	
Canada type	T	40	60	90	130	15kg weight in water
	α	48	50	52	54	
	D_V	27	38	54	70	
	D_H	30	46	72	106	



時と，しない時とでは網成りが全く異るからである。

（4） 網とオッターボード及びデプレッサーとの釣合

a）その水平方向について （Fig. 11）

網の抵抗	T_3	kg
曳綱にかかる張力	T_1	kg
手綱にかかる張力	T_2	kg（デプレッサーの抵抗を含む）
曳綱の展開角	θ_1	度
手綱の展開角	θ_2	度
オッターボードの間隔	2S	m
網口の開き	n	m
曳綱の長さ	l	m
手綱の長さ	m	m 45m
手綱の延長線上の網の長さ	m_0	m
オッターボードに加わる力	T_0	kg

とすれば

$$T_1 \cos\theta_1 - T_2 \cos\theta_2 = T_0 \cos\theta_0 = T_B \quad \cdots\cdots (1)$$

$$T_1 \sin\theta_1 + T_2 \sin\theta_2 = T_0 \sin\theta_0 = T_S \quad \cdots\cdots (2)$$

$$S = l \sin\theta_1 \quad \cdots\cdots (3)$$

$$2T_2 \cos\theta_2 = T_3 \quad \cdots\cdots (4)$$

$$n = S - m \sin\theta_2 \quad \cdots\cdots (5)$$

この式によつて計算した数値の1例をFig.11に併記した。

Table 8. Performance of otter-boards

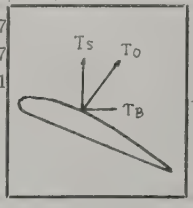
Otter-boards	Towing speed (knot)	experiment otter-board only								With net				Dimmension
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1/3 model	T_B	15	39	77	143					31	65	162	154	
	T_S	38	77	122	172					37	77	122	184	
	θ_o	68	68	56	50					50	50	50	50	
1/10 mono-plane V. D.	T_B	0.6	1.1	1.6	2.5	0.2	0.5	1.0	1.8	1.3	2.9	4.7	7.3	
	T_S	0.6	1.4	2.2	3.2	0.3	0.9	1.6	2.9	1.5	3.5	5.6	8.7	
	θ_o	45	51	54	51	59	59	59	59	50	50	50	50	
1/10 bi-plane D. F.	T_B	0.2	0.7	1.3	2.3	0.6	1.9	3.5	5.5	1.1	2.6	4.3	6.5	
	T_S	0.6	1.8	3.6	6.3	0.7	2.2	4.2	6.5	1.3	3.1	5.2	7.8	
	θ_o	70	70	70	70	50	50	50	50	50	50	50	50	
Full scale mono V. D. plane.	T_B		31	128	253	38	104	166	264		122			80kg weight in water
	T_S		64	158	306	56	125	198	306		230			
	θ_o		50	50	50	50	50	50	50					
Full seale, bi-plane, D. F.	T_B	82	170	273	391									50kg weight in water
	T_S	131	270	434	622									
	θ_o	55	55	55	55									
Full scale, Canada type, D. F.	T_B	11	29	55	90	21	45	69	97					160 kgweight in water
	T_S	11	29	55	103	21	45	69	77					
	θ_o	45	45	45	41	45	45	45	41					
Full scale, bi-plane (reconstructed) D. F.	T_B	27	72	165	270									0 kg weight in ater
	T_S	54	143	320	540									
	θ_o	63	63	63	63									

Table. 9. Reristance of nets

Towing velocity (knot)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
net	1/10 model				1/5 model				1/3 uet				1/1 net			
	measured from two boats towing test															
Resistance of net (kg)	9	18	30	50	193	494	980		258	456	792		156	1094	2060	
net	1/10 model net with mono-plane V.D. otter-boards				1/10 model net with bi-plane D.F. ottor-boards				1/3 net with V.D. otter-boards				1/1 net with U.D. otter-boards			
	measured from one boat towing test															
Resistance of net (kg)	11.2	24	40	57	12.2	17	28	40	150	298	452	616			2600	

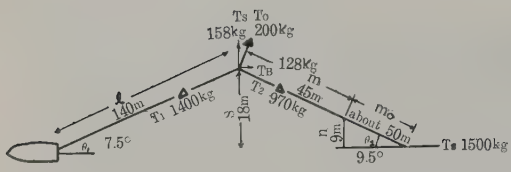


Fig. 11. Plane view of equilibrium of force acting on mid-water trawl

b) その鉛直方向について (Fig. 12)

網を上下に開く力は浮子及び沈子及びデプレッサーにより，又漁具をその抵抗に抗勝つて沈める力は，網の重さ，沈子と浮子の差，デプレッサーの下向き沈降力，オッターボードの水中重量，手綱及び曳綱の重量等である。今或る曳網速度に於て漁具にかかる全抵抗をR，上記の下向きの力をWなるベエクトルで表わせば，(曳綱の抵抗及び重量は，これをオッターボードにかかると考えて) 曳綱のとる方向は，曳綱が近似的に直線と考えれば

$$\tan\theta=\frac{W}{R}$$

で表わし得るから，網の深度はほぼ計算する事が出来るが，曳綱は必ずしも直線形でなく，又手綱にかかる力の分配やその方向も種々に変るから，鉛直方向の力の釣合いは簡単には求められない。

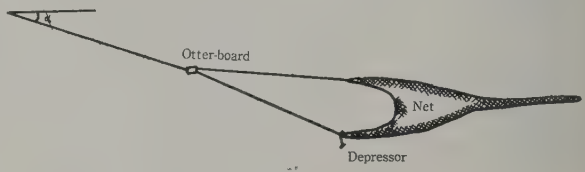


Fig. 12. Profile of mid-water trawl

VI 実験結果の検討

(1) 実験途上に於ける種々な故障

多くの海上実験がそうであるように，本実験に於てもしばしば天候に制約されて予定の進捗がはばまれたが，さらには必要な測定値を得るための適切な計測器の不足と故障が実験の非常な隘路となつた。特に曳綱速度（実験に際しては木片投入とログとを併用した）や曳綱張力（5 ton バネ秤を用いた）の測定には不便を感じ，しばしば測定値に疑問をいだかせる事さえ生じた。次にアミラン網の剛性が不足しているため，吹かれの現象によつて，浮子に纏絡したり，筋綱の捩りによるコットエンドの捩り，或は設計上縮結の一部不良による破網が記録にある通り生じた。アミラン網は中層トロール漁具の最も重要な網抵抗の減少という点に於てはすぐれていたが，吹かれを免かれるためには多少剛性を付与せねばならぬ。これは漁撈試験（5）にある如く，スパンナイロン網を用いれば免れ得たのであるが，スパンナイロンはそのけば立ちのため，相当の抵抗増加があるので，網の大きさを縮める必要がある。漁具の中ではオッターボードとデプレッサーの空中重量が大なる事は操業上非常に困難を感じた。これは操業船の大きさと装備によるものであるが，漁安丸は 83ton で甲板せまく，且底曳漁業を主目的としていたために，両漁具を搭載せねばならなかつた事，オッターボード吊下げ用のダビットを立てて，これにオッターボードを吊下げる作業に約1時間近くを要した事等で，操業上改善すべき点が漁具にも船にもあつた。ダビットについては後日舷側にオッターボード専用のガロースを設ける事により或程度解決したが，尚空中重量200kg 近いオッターボードの取扱いは不便である。電気開口度計（深度計兼用）は片側のワープにキャブタイヤコードを封入する事によつて，船からオッターボード迄は非常に便利に使用出来たが，手綱に沿わせるキャブタイアコードに，捩りがかかり，しばしば断線した。

(2) 中層トロール漁具の各種構造とその比較検討

a) 網の形と大きさ

一般曳中層トロール網の形は，中層魚が網の上下左右いずれの方向にも平等に逃避する事から考えて，上

下左右対称の網口を持つことが望ましい。しかも材料が少なくて網口面積の最大の構造は円形であるが，手綱をつけ，且デプレッサーを下げるためには正方形パラシュート型が妥当であろう。

次に網口の大きさであるが，これは網の抵抗に比例するから操業船の大きさによつて制限を受ける。本研究に用いた網の抵抗は3節で約2.2tonであつた。従つてこれにオッターボードやデプレッサーをつけた場合には，3.0～4.0 tonの抵抗が生じ，必要馬力も

$$\frac{3000\times1.5}{75} \sim \frac{4000\times1.5}{75} = 60\sim80\text{HP}$$

程度に達するから，網口15m程度の漁具により操業するとすれば，120～200ton，300～500HP の操業船が必要となろう。操業船が小さい場合には網口を小さくする事が必要であるが，これは漁獲能率を著しく下げるから限度がある。曳航速度が3節以下であれば，網口は10m前後が一般曳中層トロール網の最低限度になるのではなかろうか。

材料については，抵抗を減少せしめる上からはアミランが細くて強いので適当であるが前述の如く剛性不足であるから，例えば樹脂加工等で剛性が付与されればよい。或は無結節スパンナイロンなども考えられよう。

網糸の太さであるが，袖網附近の210D，4寸目は些か細きに過ぎ，強度不足が感ぜられた。もつとも網の仕立に多少難点があつて，袖の付根附近に集中応力が生じたようで，破網がこの点に多かつた。

目合については，漁獲対象によつて変わるが，本研究では，ニシンやホツケのささり易い2.5寸目をなるべく避けて，2寸目を多く採用した，カナダ式に於ては，4.2寸，3.8寸，3寸，1寸1分を多く用いている。目合は網の流通抵抗や，網内の流通速度に大きな影響がある。

網丈は，その長さの増加に比例するような抵抗増加は生じないので，長い方が網口よりの魚群の逃散少く有利である。

b）オッターボードの構造

中層トロール用オッターボードの特色は，それが海底の砂地を上つて走る一般トロール用オッターボードと異り，水中を走る点にある。砂地を上るオッターボードは砂が大きな抵抗となつて，流水抵抗による展開力以上の展開力を呈し且安定もよいが，水中を走る場合には安定性も展開力もより鋭敏に影響される。一般構造上からは，展開力が大きく，有害抵抗の小さい事が必要で，この点から翼型が選ばれる。次に展開力は直接に比例するから，網の抵抗に打勝つて網口を必要最大限度に広げるに必要な面積をもたなければならない。しかも後述する如く，網口を上下に開くためのデプレッサーの性能とも適応していなければならない。

水中に於て容易に直立するためには上部に浮力があり，下部には沈降力のある様な構造でなければならない。その上重心をなるべく下げ，安定性のある事が望ましい。但この点を余り強調しすぎると空中重量が増大して操業に困難を生ずる。オッターボードの水中重量があると，それが沈降力となつて漁具を沈めるのには都合がよいが，水中重量が残ると，オッターボードは投入と共に沈み，直立しないから，これを直立させて展開力をつけさせるまでに必要な速度が増大する。これらを多角的に考慮して作製しなければならぬ点に中層トロール用オッターボードの難しさがある。

c）V.D.式とD.F.式オッターボードの特徴と優劣

V.D.式オッターボードは曳綱と手綱との間にオッターボードを取付け，投網，揚網時には遊び綱を介して操業する事は前項に述べた如くであるが，この操作は中々厄介である。これに反してD.F.式のペナントロープにより曳綱より離れて独走する型のオッターボードは，シャックルによつて曳綱を滑らせて投入出来るし，揚げる場合にも，曳綱上を滑らせて任意の位置で揚げる事が出来る。従つて後者の方が前者よりはるかに操業が容易である。V.D.式は後背面2ヶ所を手綱で強く引張られているので，オッターボードの流水に対する迎え角はブライドルで設定したままのほとんど一定に保たれるので，展開力は略速度の2乗に比例して増加し，且安定も良好である。また水中重量が残つていても網の抵抗によつて容易に引揚げられるので直立して展開力を生ずるまでの速度増加も，D.F.式に比して少ない。一方D.F.式は常に流れに対して適当な迎え角を与えておかねばならない。そのためには例えば舵の如きものが必要である。しかしこの舵それ

の自体大きな抵抗になるので，速度の変化に対して舵に生ずるモーメントの増加が，オッターボード全体の抵抗増加に追いつけなくて，迎え角が減少する。従つて展開力も減少する恐れがあるから，舵の面積割合，設計，工作等には特に注意が必要である。尚重心は出来るだけ下げて直立し易くする一方，水中重量はなるべく少なくして，船が停止時でも，オッターボードが水中に沈んで行くのを防ぐようにした方がよい。尚オッターボードが網口から遠く離れている事は，魚群を威嚇する事が少なく有利であるという事も考えられる。

d）デプレッサーの構造

デプレッサーはオッターボードと共に，網口を上下，左右に展開する為のものである。その上本研究の場合には浮子側との力の差によつて網をその抵抗に打勝つて沈める作用をかねせしめた。デプレッサーがオッターボードに比して沈降力が大きすぎれば，網口は縦にのびた形となり，デプレッサーが小さすぎれば，網口は横に開きすぎて扁平となる。即ちデプレッサーはオッターボードと相呼応して製作すべきもので，単独には考えられない。本研究に用いたデプレッサーは，その沈降力は速度3節に於てオッターボードの展開力に略匹敵し，特殊な形（ハート形翼板）を利用して速度の略1.7乗に比例して沈降力も増加する如くした。カナダ式のデプレッサーは鋼板構造で，下側手綱に固定されて常に大きな迎角を生ずる如くなつている。しかしその構造上性能は余り良くなく，沈降力も少ない。しかし，これはやはりオッターボードの性能と略適合している事は注目してよい。

e）手綱の長さについて

本研究の漁具構造では，網はオッターボードより下つているから，下側の手綱の長さを上側のそれよりも長くしなければ，網口は鉛直にならない。従つて実際に上手綱は45m，下手綱は46.5m（後で49mに増加）としたが，この釣合は実験によつて定める外ない。本研究でも当初網口の下側が前に出て網成りを損ねていることが分つたので49mに伸ばした。しかしこれも速度が変ると網の位置が上下して，上下の網口が前後する。これをさけるために上綱にスプリングを入れる事も考えられる。

（3） 操業上の問題

本研究に於ける本年の漁場は稚内を根拠とし，その方面の魚種を対象とし，時期も12月より3月までと一応の目標をおいた。即ち11月ホッケ，スケソ，12月ニシン，スケソ，1月小ボッケ，1月～3月スケソ，且夜間水深40m～70mに浮上する魚群をねらつたが，この期間中は，夕方2回，昼間3回の操業に止まり本格的操業は次年度に繰越した。中層トロール漁法としては，海底より10～15m附近に密集し，移動の少ない大魚群を短時間の曳網（15～20分）で漁獲することが望ましいのであつて，散在する小魚群を追つて長時間曳網する事は好ましくない。そこで，魚探によつて見出された魚群に，少しでも早く丁度その深度に網口を広げて曳網する事が必要である。それには投網が容易である事，網成りが安定するまでに時間を要しない事，深度計を見乍ら曳綱をのばして網をその深度にもつて行くのに時間を要しない事，揚網速度を速くなし得る事等の条件が必要であろう。これは漁具の水中に於けるInertiaの問題と考えられよう。これについては今後の研究に待たなければならないが，次年度の実際操業に際しては少くとも精度1～2%の簡単にして機能確実な深度計の完成が焦眉の問題であろう。

VII あ と が き

本研究は昭和32年度に於て，水産庁より補助金を与えられて実施したもので，ここに深甚の謝意を表す。又日魯漁業，北大水産学部の関係各位に対しても厚く御礼を申上げる次第である。

文 献

1） 小林喜一郎 (1956)． 中層トロールに関する研究，北大水産彙報 7 (1)，21—30．
————・井上直一 (1958)． 中層トロールに関する研究，同誌 9 (1)，59—65．
2） Barraclough W. E. (1955). Canadian mid-water herring trawl. *World Fish.* 4 (8,9,10,11).
3） Glanville A. (1956). The Larsen mid-water trawl. *FAO Fish. Bul.* 9 (3)，113—129.
4） Рыженко М.И. (1957). Лов сельди разноглубинным тралом. Рыбное Хозяйство (5) 14—18.
5） 高山重嶺・小山武夫 (1958)．中層トロールに関する研究，東海区水産研究報告 (19)，27—40．

漁場に関する一考察

西山作蔵・山本昭一・秋葉芳雄・上野元一
(北海道大学水産学部漁業学教室)(北海道大学水産学部練習船北星丸)(北海道大学水産学部海洋・気象学教室)(北海道大学水産学部遠洋漁業学教室)

A Study on the Fishing Grounds

Sakuzo NISHIYAMA, Shoichi YAMAMOTO, Yoshio AKIBA and Motokazu UENO

Abstract

Since World War II, studies on the salmon fishery in the open sea eastward off the Kamchatka Peninsula, the Kurile Islands and around the Aleutian Islands area, have been carried out along various lines.

The relations between water masses and fishing grounds are concluded as follows on the basis of the date obtained from the cruise of the training ship "Hokusei Maru" of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University in May and June, 1958.

(1) In May, the cold water masses were observed near 42°～43°N, 146°～147°E and 41°～42°N, 150°～151°E extending to the south-westward. Around the southern tip of these cold water masses near 41°30′N, 147°E and 41°30′N, 150°E, good fishing grounds were found out.

(2) In June, two mostly cold water masses were observed one extending toward the south-east off the middle coast of the Kamchatka Peninsula and the other extending southward from around the Komandorskie Islands. To the south-eastward of these cold water masses, is discovered a warm water mass originating from the east. On both sides, north-east and south-west, of this warm water mass, good fishing grounds appeared.

I 緒　　言

戦後北洋漁業が再開されて以来，既に7年を経過した。その間，特に母船式操業の特色として，挙げられる諸要素のうち，最も重要と目されることは，直接漁上に於て，サケ・マスの行動を探知する必要性の生じたことであらう。

元来，このこと自体，非常に複雑であり，系統的調査の結果に俟たなければならないが，その手掛りとしては，サケ・マス自体の生物学的究明は勿論，サケ・マスの行動に大きな影響があると考へられる環境要因の究明も，併せて考慮されなければならない。

勿論，時々刻々と変化する環境を，その度毎に捕捉することは困難であり，殊にそれを生物と関連させることには，一層の危険さが伴つて来る。玆では或る一つの期間を単位とし，水塊の流動がサケ・マスの回游と何んらかの相関があるものとして，漁場を考へ，海況と漁況の関連を論じて見た。

資料は，本学練習船北星丸に依り，昭和33年5月14日から，同24日に亘る45°以南の海域及び6月10日から同25日に亘るカムチャツカ半島東方海域の，観測結果を基礎としたものである。

II 観測結果及び考察

第1図は，北星丸に依る観測地点，及び30m深層に於ける等塩分・等温線を示したものである。例年見られる如く，5月中・下旬に於ける45°以南の海況は，42°～43°N・145°～146°E附近に於て，NE方向に張り出した暖水塊，同じく43°～44°N・149°～150°E周辺に先端があつて，前者より更に大きいと考へられる張り出し，又その東方，43°～44°N・153°～154°E附近の暖水塊の本流に続くENE方向への張り出しが観

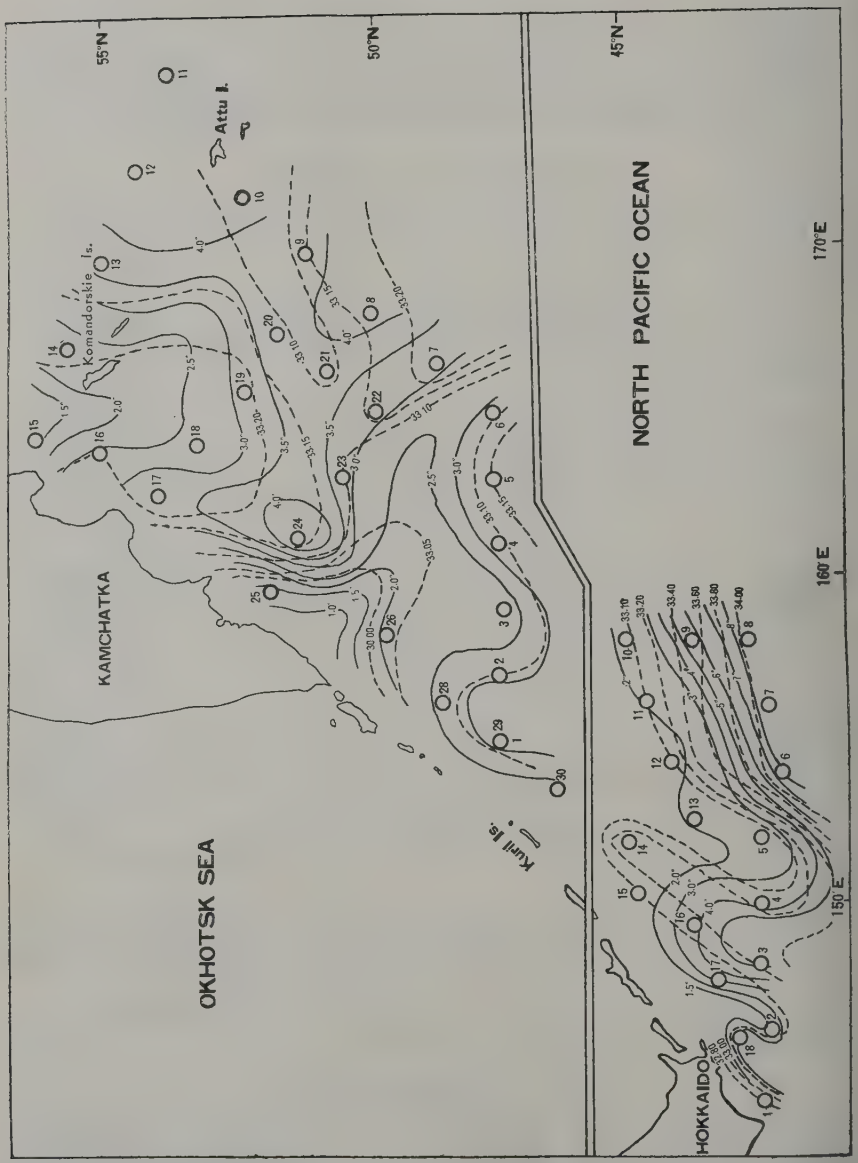


Fig. 1. Locations of the hydrographic stations, horizontal distribution of the temperature and salinity at the 30-meter level, occupied by the "Hokusei Maru" in May and June, 1958
○ : Hydrographic station

測される。換言すれば，これらの張り出しの間には，冷水塊の突込みが，かなり顕著に認められる。

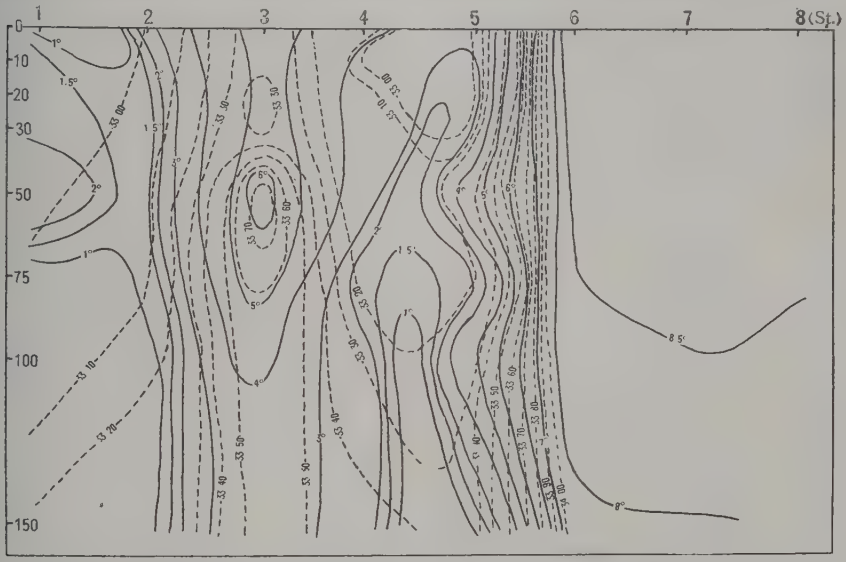


Fig. 2.　Temperature and salinity distribution in a latitudinal section on the 42°N line

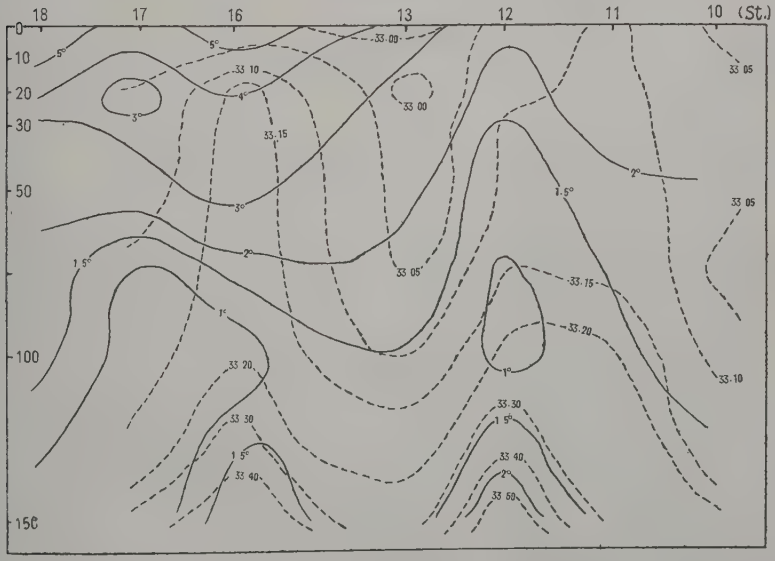


Fig. 3.　Temperature and salinity distribution in a latitudinal section

第2図及び第3図は，主として東西に亘る二つの断面図である。第2図に依れば，St. 2・3・4及び5の

各観測点間には，かなり複雑な様相が顕著に現れている。即ち St. 3に於ける50m深層の高温・高鹹水の存在，St. 4から5に亘つての低温・低鹹水の存在である。更にSt. 5から6にかけては，大きな壁が垂直に存在しており，それより東方の水塊とは，全く別個なものであることを示している。第3図では第2図より，更に50～180浬北方の断面図であるが，前記の如き複雑さは消え，至つて単純なものに変つている。然も吸水塊の本流と目されるSt. 6・7及び8に見られたものは，St.12・11・及び10までは達していないことが明瞭であるので，寧しろ此の附近より東方に大きく流動しているものと推察される。

これらのことは第4図のT-Sダイヤグラムにも，非常に良く裏書されている。即ちSt. 3及び9に於ては

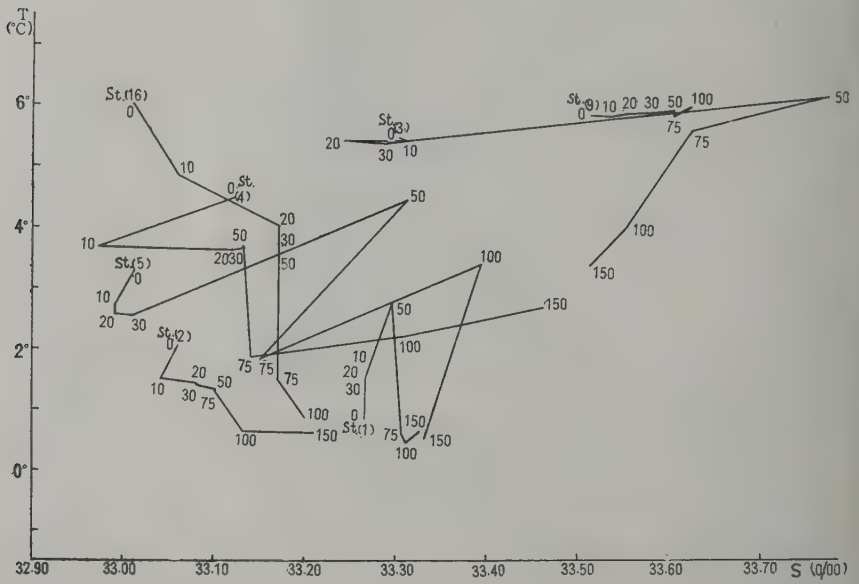


Fig. 4. Temperature-salinity curves

全く他と異つた水塊と考へられる様相が見られ，St. 5に於ては，75m及び150m深層に冷水塊の特徴が認められるが，50m及び100m深層では吸水塊の影響が現れている。又St. 4に於ては，50m及び75m深層に，全く相異していると認められるものか，150m 深層では，殆と等しいものの如き様相を呈している。尚掲記した図には明瞭でないが，St. 6・7及び8の夫々は，全く別個の水塊と云うことが明かである。

6月中・下旬の，主として母船式操業の区域内に於ける海況を見ると，例年[1,2]見られるカムチャツカ半島中部以南より，SE方向に突き出されている冷水塊が存在し，3°C台の水が東は166°E，南は48°Nまでのびている。然し塩分分布より見ると，更に南への突き出しが見られ，その周辺は特に凹凸が顕著である。更にコマンドルスキー群島の南には，北から南下していると考へられる水塊が存在するが，然しこれは前記の冷水塊とは性質の異るものと考へられる。即ち前者は低温・低鹹水塊であることに反して，後者は高鹹な水塊である。尚図示の如く，この南下水塊は特に30m以深に於て明確に認められている。一方St. 8及びSt. 9附近には東方から張出したと思われるアラスカ海流の高温帯が存在する。

元来，50°N線及び170°E線周辺の海況は，特に複雑で，これら三つの水塊の相関を見出すことは，容易でない。然し海況更に漁況を論ずるに当つては，一層にその必要性があると言わなければならない。

今SWからNE方向に二つの断面をとつてみると第5図及び第6図の様になる。

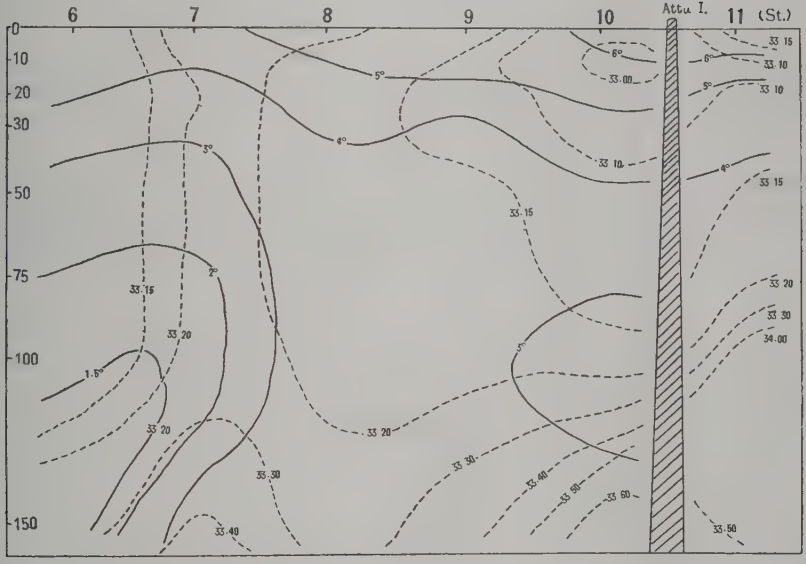


Fig. 5. Temperature and salinity distribution in a comprising Sts. 6〜10

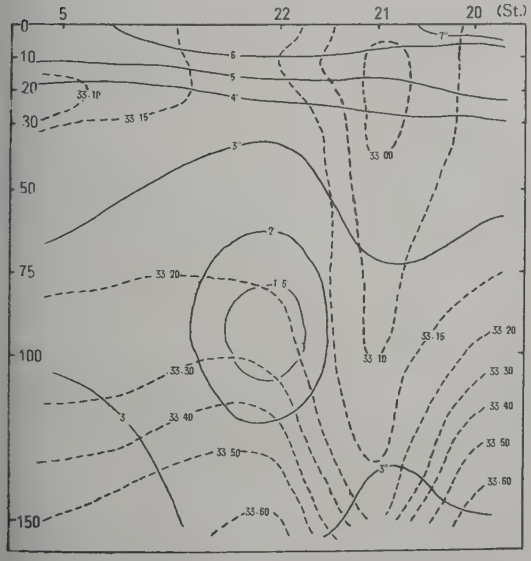


Fig. 6. Temperature and salinity distribution in a comprising Sts. 5, 20, 21, 22,

第5図についてみると，St.10に於ける10m層に33.00‰の低鹹水が存在しているが，150m深層には，33.60‰の高鹹水が現れている。St. 7及び8に於ては，33.20‰の水が，深層より表面に達している。第6図ではSt. 21には低鹹水が存在して，130m深層にまで達しており，St. 22及び20の150m深層には，高鹹水が現れている。

III　漁場の形成及び検討

漁場の形成を判断するためには，具体的な資料の不足から，確たる判断は下し得ないが，北水試釧路支場のサケ・マス漁況速報を参考として，海況と漁況との関連を考へて見る。

この時期に好漁場が形成されたと目される海域は，41°〜42°N・147°〜148°E及び41°〜42°N・150°〜151°E，の周辺と考へられているが，明かに暖水塊の張

り出しの間にみられる冷水塊の周辺が好漁場を形成している。即ち顕著な潮境の存在か，漁場形成の大きな要素となつているのであるから，St. 5及び6の中間海域の周辺にも，当然好漁場が存在するものと考へられる。

6月に於ける，海況と漁況について見ると，5月に於けると同様に，資料か少く確実な漁況を把握することは困難であるか，この期に於ける母船式操業の結果に依ると，大約二つの海域，即ち46′～49′N・165′～169°E，及び52′～53°N・170°～173′E，に好漁場か形成されている。これは東方よりのアラスカ海流の張出しの北側及び南側に漁場が形成されたものと考えられる。

斯様に同一の時期に，この複雑な海況のもとで，果してこの2つの群団が，同じ水塊に分布しているものか，或いは北方に現れた魚群は，アラスカ海流の影響に依るものではないのか，問題の解決は多く残されている。これらの問題の解明は，資源研究の上からも，漁場探索の面からも，是非果さなければならない課題である。

IV 要　　約

1) 昭和33年5月及び6月の二次に亘つて，45′以南及びカムチャツカ半島東方海域の調査か本学練習船北星丸に依つて，実施された。

2) 5月中・下旬に於ける45°以南の海況は，暖水塊の張り出し，換言すれば冷水塊の突き出しかあり，複雑な様相が顕著である。

3) 6月中・下旬の母船式操業区域に於ける海況は，カムチャツカ半島中部以南に，SE方向への張り出し，コマンドルスキー群島の南には，南下したと考へられる冷水塊の存在，更に東方よりアラスカ海流と思はれる水塊の突き出しと，海況漁況を考慮に当つて，上記3水塊の関連を見出すことの必要性か認められた。

4) 漁場の形成については，観測資料か少なかつたか，サケ・マス漁況速報，母船式操業の結果及び既往に於ける文献等の参照に依り判断した。好漁場の形成は，5月及び6月の何れの場合に於ても明かに暖水塊の張り出しの間に突き出た冷水塊の周辺に，発達していることが認められ，この場合にも顕著な潮境の存在が，漁場形成の大きな要素となつている。

5) 環境要因の究明が，魚群の回游にとつて，重要な要素とすると，張り出された暖水塊に挟まれた冷水塊の先端を知ることが，漁場探知の手掛りになるものと考へられる。

終りにこの研究の海況判断に当つて，特別に御指示を与へられた本学部海洋気象学教室，小藤英登助教授漁況資料の蒐集に御協力を賜つた北水試釧路支場，安部文雄氏，本稿の整理に当り種々御助言を戴いた本学部遠洋漁業学教室，前田辰昭助手並びに観測に当り，終始御援助を賜つた北星丸乗組員の方々には，深甚なる謝意を表する。尚海洋構造その他の分析は，追つて後日発表の予定であることを附記する。

文　　献

1) 岡本五郎三（1942）．鮭鱒と北洋の海況．北洋漁業 3 (4).

2) Koto, H & Fujii. T. (1958). Structure of the waters in the Bering Sea and the Aleutian Region. ***Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*** 9 (3).

3) 北野清光（1958）．Bering 海及び Aleutian 水域の海洋構造．北海道区水産研究所

4) 前田辰昭（1959）．北太平洋に於けるサケマス漁場の研究． 北大水産彙報 9 (4).

ON THE OCEANOGRAPHICAL CONDITIONS OF THE OKHOTSK SEA IN SUMMER OF 1958

Yoshio AKIBA, Shoichi YAMAMOTO and Motokazu UENO
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Introduction

In the summer of 1958, the training ship "Hokusei Maru" of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University made cruises into the Okhotsk Sea for biological and oceanographic investigations. In the prosecution of oceanographic programs vertical series of temperature, salinity and the other oceanographic observation were made at 33 stations in July and 18 stations in August. On the cruise of July the ship roughly covered the Okhotsk Sea; in August the vicinity of the Kurile Islands was investigated. The locations of these series of oceanographic stations are shown in Fig.1.

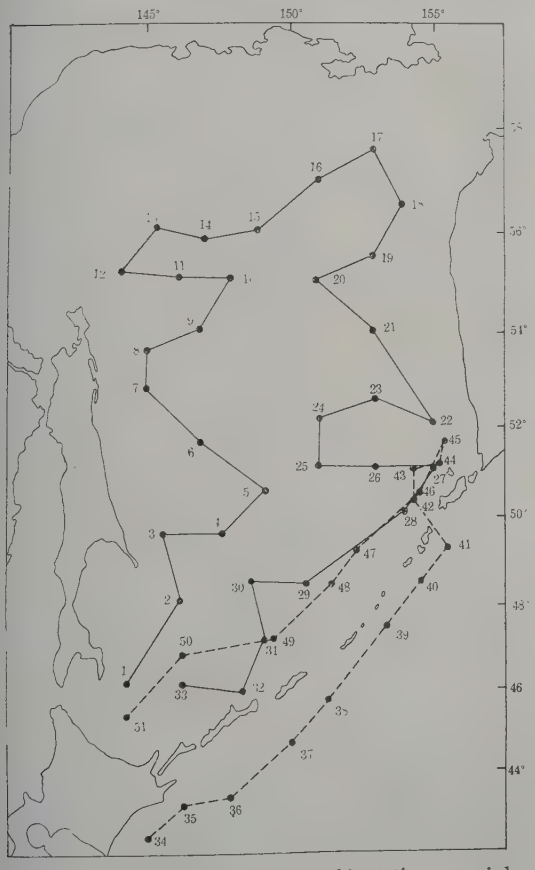


Fig. 1. Locations of the hydrographic stations occupied by the "Hokusei Maru" in 1958.

In this paper the oceanographic conditions of the Okhotsk Sea are discussed on the basis of these observations. General distribution of oceanographic coditions is shown by horizontal and vertical charts, and major features are described. The depth of the Okhotsk Sea is so variable that the observations were carried to different depths at each station. In deep region the wire paid out to 1200m usually, but in shallow region of the north Okhotsk Sea it stopped at only 100m to 200m. The detailed data will be published in the "Data Record of Oceanographic Observations and Exploratory Fishing No. 3 1959" of the Faculty of Fisheris, Hokkaido University.

Temperature and Salinity

Horizontal distribution

a) At the surface

The horizontal distributions of temperature and salinity are shown as Fig.2. In general excepting near coast area, the temperature and salinity distributions are comparatively less changeable. In the central part their value indicate 8°–10°C and 32.50–33.00‰ respectively. The highest surface temperature 12.8°C was encountered to the northeast of Hokkaido. The lowest, 3.6°C, was obtaind to the northeast of Saghalien Island.

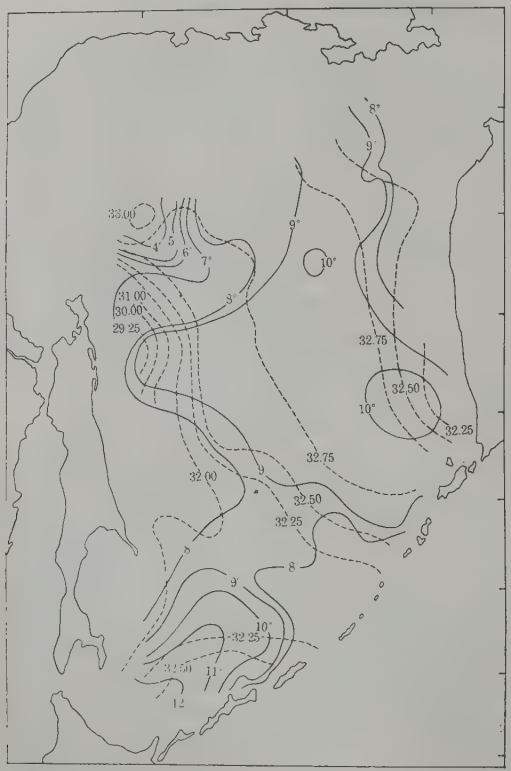


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature and salinity at the surface.

In area to the east of north Saghalien, remarkable low saline water (At St.8 salinity indicates 29.29‰) is found. Apparently, this very low salinity is related to runoff from Siberian rivers (mainly the Amur River). Owing to the scarcity of observation data, the region influenced by the river water is not clear, but the low salinity region is considered to extend to the fairly southern part.

To the northeast of Saghalien (near 56°N 145°E) higher salintiy and very low temperature exist both of which have been noticed in other observations.

In this singular region vertical mixing is supposed to be carried out actively, and the vertical structure of the water is almost uniform.

As to salinity, the other major feature is that in the southern part of the Okhotsk from the east of south Sagalien to the Central Kuriles, low saline water (below 32.30‰) spreads widely. The cause of the existence of this wide low salinity region is not obvious. As Kajiura has pointed out, it is supposed that the low saline water resultant from melting of ice is gathered to this region by the wind.

Comparatively warmer and higher saline water is found near the northeast coast of Hokkaido. At St. 32 and 33 in this region temperature shows 9.8°C, 12.1°C and salinity values are 32.90‰, 32.58‰ respectively. This area is apparently affected by the Tsushima Warm Current from Soya Strait.

In the part to the west of Kamchatka the water is nearly uniform in character; temperature and salinity are 8°—9°C and about 32.50‰, respectively.

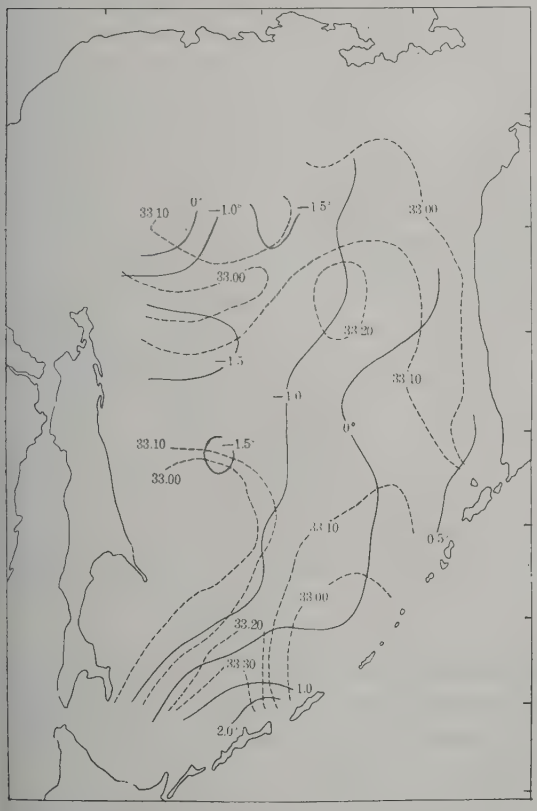


Fig. 3. Horizontal distribution of temperature and salinity at the 100m level.

b) At the 100m level

The distrbutions of temperature and salinity at 100m level are shown as Fig. 3. A noticeable feature is that much cold water lies north and south widely in almost the whole region. To the east of Saghalien the temperature of cold water is less than -1°C and in the two regions it shows average -1.5°C. The minimum temperature is -1.62°C at St. 9. The temperature increases to the southeast while from the region west of Kamchatka to the northern part of the Kuriles, there exists no temperature below 0°C. In the central region, temperature has negative value, but it is higher than that of the western part. Near the Kuriles rather warm water is found. The highest temperature is 2.30°C at St.32.

The salinity distributions at this level differ fairly from those at the surface. They are less changeable compared with the surface. In general, about 33‰ saline water is distributed far and wide. To the northeast of Hokkaido a tongue of rather higher salinity penetrates to the north. In the near-coast regions of south-Saghalien, Kamchatka and the Kuriles, salinity has somewhat less value (below 33‰). Especially to the south off Saghalien low saline water is distributed widely. In the northern part of the Okhotsk, there exists low saline water also.

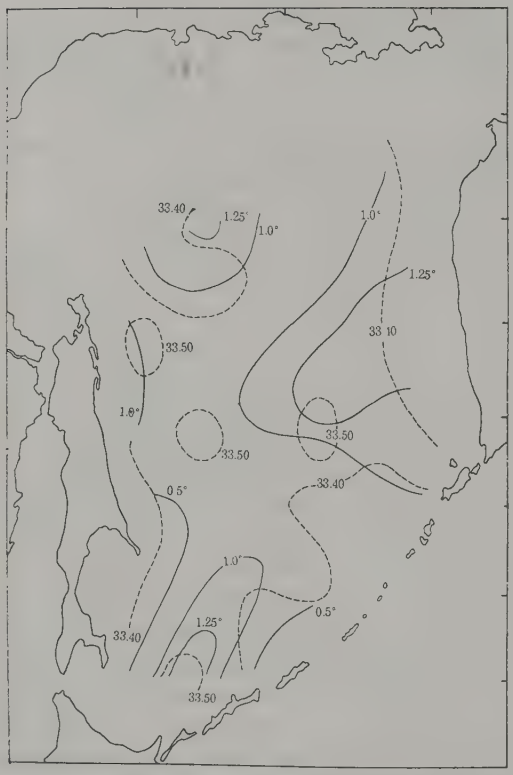


Fig. 4. Horizontal distribution of temperature and salinity at the 300m level.

c) At the 300m level

Fig. 4 shows the distributions at 300m. At this level both temperature and salinity are distributed almost uniformly. As to temperature, it stands at 1°C or so in the whole region. In the central part comparatively cool water is found; in the parts west of Kamchatka, and to the northeast of Hokkaido, temperature has rather high value. The isotherm of 1°C protrudes from the coastal region; this rather warm water extends widely off the coast of Kamchatka, but off the Hokkaido it becomes a narrow tongue. In general, in regions near coast lines comparatively warm water exists but to the east of south Saghalien cool water below 0.5°C is found even at this level. The highest temperature is 1.49°C at St.33 while the lowest is 0.21°C at St.3. Salinity at this level is almost changeless, in nearly the whole region it shows 33.40‰ but in near-coast regions it decreases to some extent. There are a few narrow regions which have comparable higher salinity (33.50‰) in the central part at places. To the northeast of Hokkaido and to the east of north Saghalien high salinity water is found.

Minimum Temperature Distridution

The distribution of minimum temperature is shown as Fig. 5. It is seen that excepting to the south of Kamchatka, cold water of negative temperature exists in the whole region and the isotherms run from north to south. The isotherm of -1°C runs in the centre and the minimum temperature increases from west to east. Especially off the coast of Saghalien much cold water below -1.5°C lies north to south extensively. In the singular region of north Saghalien, as stated before, negative temperature is not found. Near the Kurile Islands the isotherm of 0°C runs along the north of the islands; in the southern part of

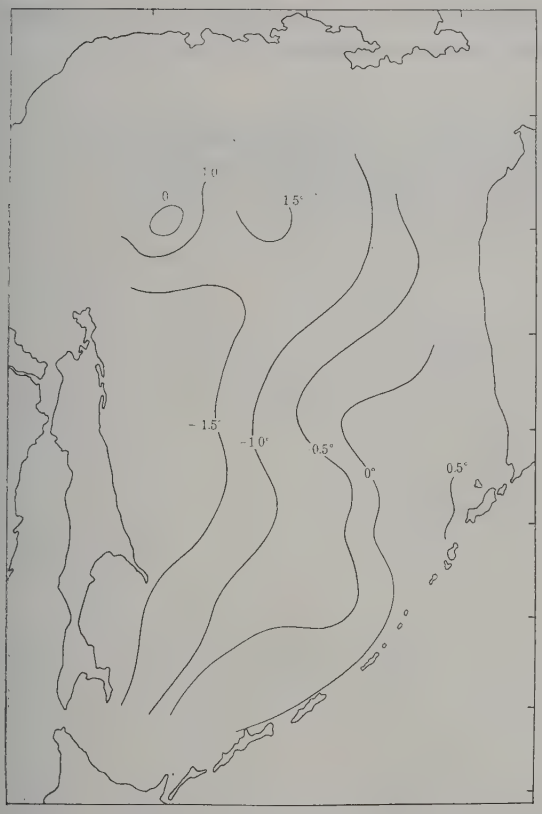


Fig. 5. Horizontal distribution of minimum temperature.

the area minimum temperature shows 1°C or so. To the south of Kamchatka, negative temperature is not found and warm water of the Pacific is supposed to penetrate through channel. As to the northern region of the Okhotsk the observations are few but according to the data of 1957 the minimum temperature of this was almost -1°C or so. The depth of minimum temperature layer generally lies between 75m and 100m, and there is no large diversity but to the south of Kamchatka it has a tendency to decend as one goes to the south. The cool water is thought of as protruding under surface warm water which comes from the Pacific.

Vertical Distribution

Vertical cross sections of temperature and salinity have been constructed across the northern part and the central part of the Okhotsk Sea. They are shown as Figs. 6 and 7. In the temperature profile the homogeneous convection layer at the surface is very thin; the thermocline layer which is indicated by a large gradient or by the crowding of isotherms lies in general between 20m and 30m for the area as a whole. Descending from a depth of about 50m, much cold water of negative temperature extends to 200m; in the eastern area cold water below -1°C extends widely. Beneath this cold layer, the temperature increases with increasing depth but the vertical temperature gradient is so slight that the isotherms in the vertical section become farther and farther apart. The temperature attains 2°C at a level of 800m.

In the salinity profile, there is distinct division of the curve into the upper layer which is characterized by rather large salinity gradient, and the deeper layer by weak salinity gradient. From surface to 50m level the salinity changes about 0.5‰, at the surface it shows 33.00‰ or so and at 50m level it attain about 33.50‰. Below the 50m level,

salinity gradient become small with slow increase down to the sea bottom. At 1000m level it shows about 34.00‰. The isohalines run almost horizontally.

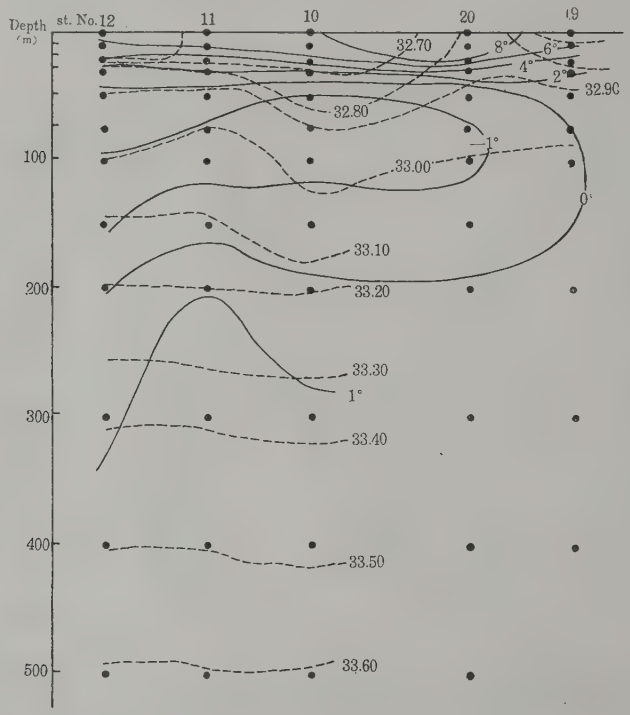


Fig. 6. Vertical distribution of temperature and salinity in Sec. 1 in the north Okhotsk Sea.

Section 1 (55°N)

Section 1 runs west and east in latitude 55° north. The surface temperature shows 7°-8°C in general and the thermocline can be seen at 20m-30m level; however at St.9 which is located near the coast of Kamchatka this thermocline is somewhat obscure. At this station negative temperature between 50m-200m is not clear also, which fact suggests that vertical mixing occurs actively in the upper layer in this region. Cold water of negative temperature spreads widely within the 50-200m level in the whole region. Especially near the 100m level there is found much cold water below -1°C having a thickness of about 50m. Below this layer of cold water, temperature increases with depth but the gradient is very small so at 500m level it shows only about 1.2°C.

As regards salinity distribution, at St.12 in the western part low saline water is found; this region is thought to be affected by water from the Siberian rivers. In the eastern

region salinity is rather high. In the upper layer, isohalines are comparatively crowded but below the 100m layer salinity increases almost uniformly with small vertical gradient.

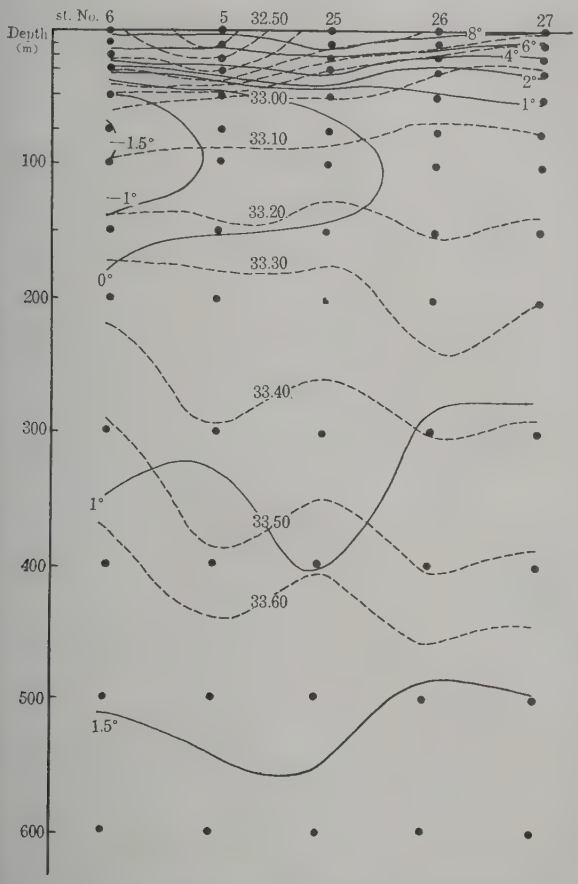


Fig. 7. Vertical distribution of temperature and salinity in Sec. 2 in the central Okhotsk Sea.

Section 2 (51°N)

Section 2 runs nearly along 51° north latitude. A distinct thermocline is found at 20-30m layer; at St.25 in the central region it descends a little. In the eastern part no thermocline is apparent. The surface temperature shows 8°C or so and in the east it shows a slightly high value. Cold water of negative temperature is found from 50m to 150m but in this section negative temperature is less in comparison with northern section; such cold water is not found in the eastern region. Much cold water under -1°C can be seen only in a limited region of the western part. Temperature gradient at depths below 200m is very small just as in the northern section. In the salinity profile, the vertical gradient at the surface layer is somewhat large as compared with the northern section, and in deep layer salinity is comparatively high. The isohaline of 33‰ is found at 100m level in the northern section but in section 2 it is seen at 50m layer. At St.5 and 6 low saline water of 32.50‰ is found as stated before.

Temperature-Salinity Relationship

The temperature salinity diagrams for representative stations in the Okhotsk Sea are shown as Fig. 8. As seen in this figure these stations show fairly similar T-S curves. Salinity at the surface is very low in the whole region; especially at St.1 and St.8 which

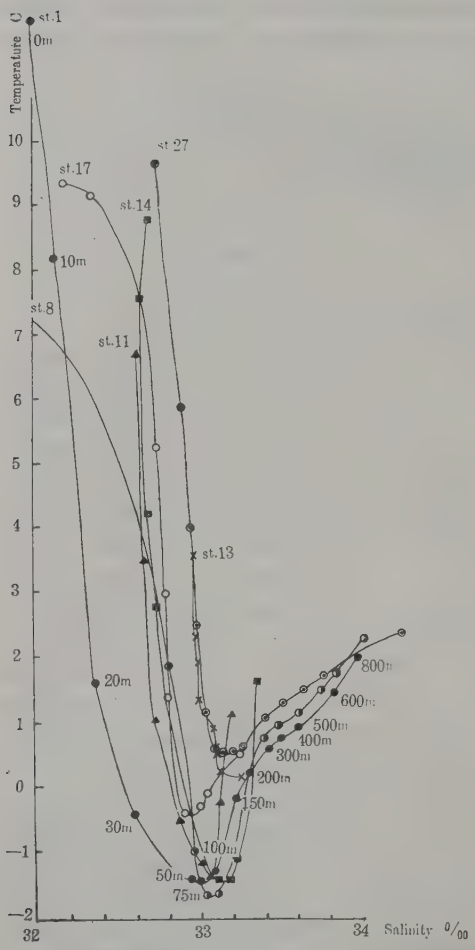


Fig. 8. Temperature-Salinity diagrams from stations in the Okhotsk Sea.

are located near the coast, extremely low salinity is shown. This low saline water at the surface is caused partly by inflowing of fresh water from the continent, partly by melting of ice. As regards temperature it shows relatively high value in summer season at the surface. The vertical thermal structure in the Okhotsk is characterized by distinct discontinuity at the surface layer. Excepting at a few stations remarkably cold water is found around the 100m layer with minimum temperature existing between 75m and 100m. This cold water spreads to the 200m level. Below 200m level both temperature and salinity increase almost uniformly. At about 800m layer, temperature attains maximum value 2°C. Under this maximum layer the temperature would seem to be changeless. At St.8 located near north Saghalien, resultant from inflowing of Amur river fresh water, extremely low saline water is found at the surface layer but below 30m layer the curve shows similar pattern to the other stations. At St. 13, the special region mentioned before, practically uniform water is found; the temperature shows only 3°C change from surface to bottom while the salinity scarcely changes. At St. 27 located near south Kamchtka the surface salinity is relatively high and negative temperature is not found; minimum temperature 0.5 °C is seen at 150m layer, which is a little deeper compared with the other stations. Inflowing of the warm and high saline water from the Pacific Ocean is apparently seen in this region.

Currents

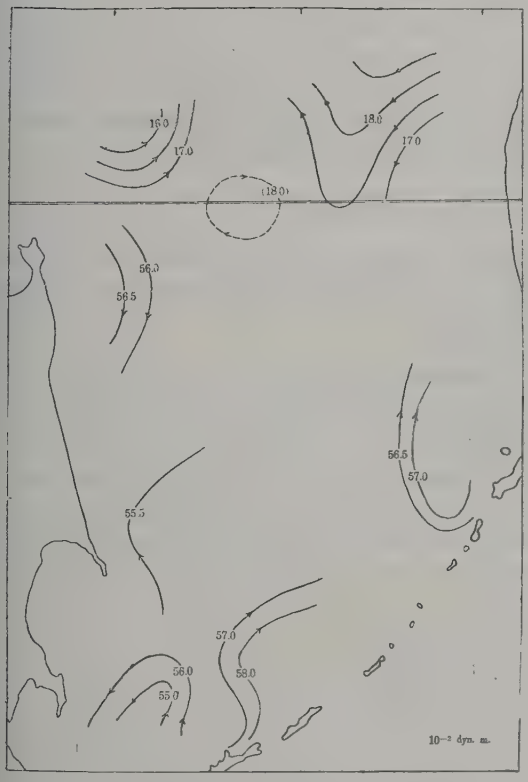


Fig. 9. The dynamical topography of the sea surface relative to the 400-decibar surface. In the shallow region relative to 100-decibar is shown.

In Fig. 9 is shown the dynamic topography of the sea surface relative to the 400-decibar surface (in shallow region of the north, relative to the 100-decibar surface). Owing to the scarcity of stations, the current pattern is necessarily merely an outline. As seen in this figure the current in the Okhotsk region is generally very weak. In the northern part a current from Penzhinsky Bay is seen; a portion of this strem runs towards the south along the Kamchatka coast while the rest turns towards the northeast. To the north of Saghalien, the water moves towards the east; this stream turns to the north and forms a counter-clockwise eddy around St. 13. In the area east of Saghalien a southward moving current can be seen in the northern part while in the central part current runs to the northeast. Near 50°N and 147°E a small clockwise eddy would seem to exist but this is not clearly apparent. Off south Kamchatka, except near the coast, a northward moving current is found. This stream would probably make a circular current together with the coastal southward moving current in this area, In the area near the south Kuriles, a stream runs towards the northeast. A part of it turns to the west and forms an anti-clockwise circle off south Saghalien, while in north Kuriles the other part forms a large clockkwise moving circle of water.

Summery

The general oceanographic conditions of Okhotsk Sea were considered on the basis of observations recorded in the summer of 1958 on board the training ship "Hokusei Maru".

Surface temperature is relatively high in summer and a distinct discontinuity of temperature is found at the 20–30m level. Cold water of negative temperature spreads almost through the whole region from 50m to 200m with the minimum teperature at the depth between 75m and 100m. In deep layer, vertical temperature gradient is very slight. Salinity at the surface is very low; especially in areas near coast extremely low saline water is found because of inflowing of fresh water from the continent. In southern region inflow of warm and high saline water from the Pacific is apparently seen. Currents, within this area, are generally very weak.

Acknowledgment

The authers wish to express their hearty thanks to Assist. Prof. Hideto Koto for his support in carrying out this work. Thanks are also offered to all staff member on board the ship for their help during the work at sea.

References

Hirano, T. (1957). The Oceanographic Study on the Subarctic Region of the Northwestern Pacific Ocean. ***Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*** 15.

Kajiura, K. (1949). [On the Hydrography of the Okhotsk Sea in Summer.] (in Japanese) ***Jour. Ocean. Soc. Japan*** 5 (1).

Uda, M. (1935). [On the distribution, formation and movement of the intermediate cold layer in the western Pacific.] (in Japanese) "Umi to Sora" 15 (2).

漁　場　の　研　究

1　オホツク海のサケ・マスについて

前田辰昭・三島清吉・斎藤市郎
（北海道大学水産学部 海洋漁業学教室）（北海道大学水産学部 練習船北星丸）（北海道大学水産学部 海洋漁業学教室）

Studies on the Fishing Grounds

Tatsuaki MAEDA, Seikichi MISHIMA and Ichiro SAITO

Abstract

In the searching for fishing grounds it is important for one to understand the living conditions of the creatures, sea and weather conditions, suitability of fishing gear and method.

The salmon fishery in Japan is of great economic importance. According to the Agreement of the 2nd Japan-Soviet Fisheries Congress, in the Okhotsk Sea, from 1959 this fishery has become forbidden for a while.

Nevertheless the studies on the fishing ground remain uncompleted. In the deep sea of the Okhotsk Sea four fishing grounds are listed as follows:

(A) Area around the northern Kuriles.
(B) Area off Kavran Bay.
(C) To the north-east off Sakhalin.
(D) To the north-west off the southern Kuriles.

(A) This area is very complex in sea conditions on account of mixture of flow through the Onnekotan Strait, cool water along the northern part of the Araito Island and the peculiar water in the Okhotsk Sea. Moreover anadromous salmon going to the rivers in the Kamchatka Peninsula concentrate in the straits between the Kuriles.

(B) This area corresponds to the touch point of the southern end of the tidal current from the Penjinskii Bay southward coastal flow from Kavran Bay and northward warm flow above the cool water along the Kamchatka Peninsula.

(C) The water has lower temperature and higher salinity than elsewhere. Owing to its characteristics, fish movement towards the north is obstructed and groups are made, according to the writers opinion. These groups are likely to move toward the east and then north.

(D) In this area is found a mixture of the Tsushima Current through the Söya Strait to the south and the southward flow along the east coast of Sakhalin.

Some of the salmon migrating through the straits of the southern Kuriles gather in that vicinity.

I　緒　　言

漁場の研究は各方面からそれぞれの観点において行われているが，ここでは海況と漁況からこの問題をとりあげてみた。

1958年の7月から8月にかけて北海道大学水産学部練習船北星丸により，オホツク海の海洋観測ならびにサケ・マスの生物調査を実施したので，主としてこの資料からオホツク海における公海のサケ・マス漁業を対象とした場合の漁場について検討した。

その結果から，ネコスタン島及びアライト島周辺海区，カムラン湾北西海区（ペンジンスキー湾入口附近），

サガレン北東海区，オコツク海南部海区（北海道北東部）の4つの海区が好漁場と推定される。

II 結果及び考察

サケ・マスの游泳深度は季節的にまた一日のうち時刻により，あるいは海洋条件によつて異つてくると考えられるが，著者らがこれまでに行つた調査結果及び今回の調査において7月，8月に魚群探知機によつて得たオコツク海の資料等よりすると昼間は20～40mの中層に厚い群がみられ，50～60mが深さの限界と考えられる（Fig. 1）。また流網の罹網状況から明かであるように夜間はほとんど表層まで浮上游泳しているので，こゝでは7月の海洋観測による10m層の等温線と等塩分線を示して海況と漁況について検討することゝした（Fig. 2）。

Fig. 1. Echo-image of salmon shoal (55°10′N, 144°30′E)

図に見られるようにオコツク海の中央部では水温及び塩分は共に変化少く平凡な分布を示しているのに対し，沿岸寄りの海区は複雑である。従つてこの海況から考えられる魚群の分布は沿岸に濃く沖合においては稀薄であると予想される。

Table 1. Date on catch of salmon on 1958 cruise of the "Hokusei Maru" to the Okhotsk Sea

Date	Number of Fishing	Catch Number (Percent)				Number of catch per one shackle
		Red Salmon	Dog Salmon	Pink Salmon	Silver Salmon	
1958 July 14	1	0 (0)	53 (73)	20 (27)	0	0.6
15	2	9 (2)	145 (28)	358 (70)	0	4.5
17	3	0 (0)	38 (50)	38 (50)	0	0.6
19	4	14 (4)	265 (73)	85 (23)	0	3.2
22	5	14 (2)	115 (15)	617 (80)	21 (3)	6.7
23	6	4 (4)	8 (8)	84 (84)	4 (4)	0.9
Aug. 11	7	30 (15)	35 (17)	22 (11)	115 (57)	1.8
12	8	23 (28)	14 (17)	17 (21)	28 (34)	0.7
15	9	20 (29)	16 (23)	23 (33)	11 (15)	0.6
16	10	27 (10)	20 (8)	51 (19)	165 (63)	2.5
17	11	13 (10)	25 (19)	20 (16)	70 (55)	1.3
18	12	62 (18)	82 (23)	20 (6)	189 (53)	3.6

漁獲試験の結果は回数が少いので全般的な分布を知ることはできないが，オンネコタン海峡の北西方の No. 5 の操業地点ではカラフトマスを主として反当り6.7尾を得て最も多く，No. 4 でも3.2尾を示し沿岸に近いほど概して多くの漁獲がみられた。

なおオコツク海のサケ・マス漁業は従来沿岸近くで行われ，沖合とくに中央部における漁獲資料は見あたらず，この海区での魚群の回游状況は不明であつた。しかし今回の漁獲試験によると No. 1 の56°00′N, 145°17′Eで0.6尾，No. 2 の56°00′N, 149°00′Eで4.5尾，No. 3 の55°22′N, 152°41′Eでは0.6尾の罹網率を示し，量的には少いが魚群が回游していることを確認した（Fig. 2, Table 1）。

これまでの研究ではサケ・マスは一般に水平の水温傾度が大きく，塩分差の大きい潮境の周

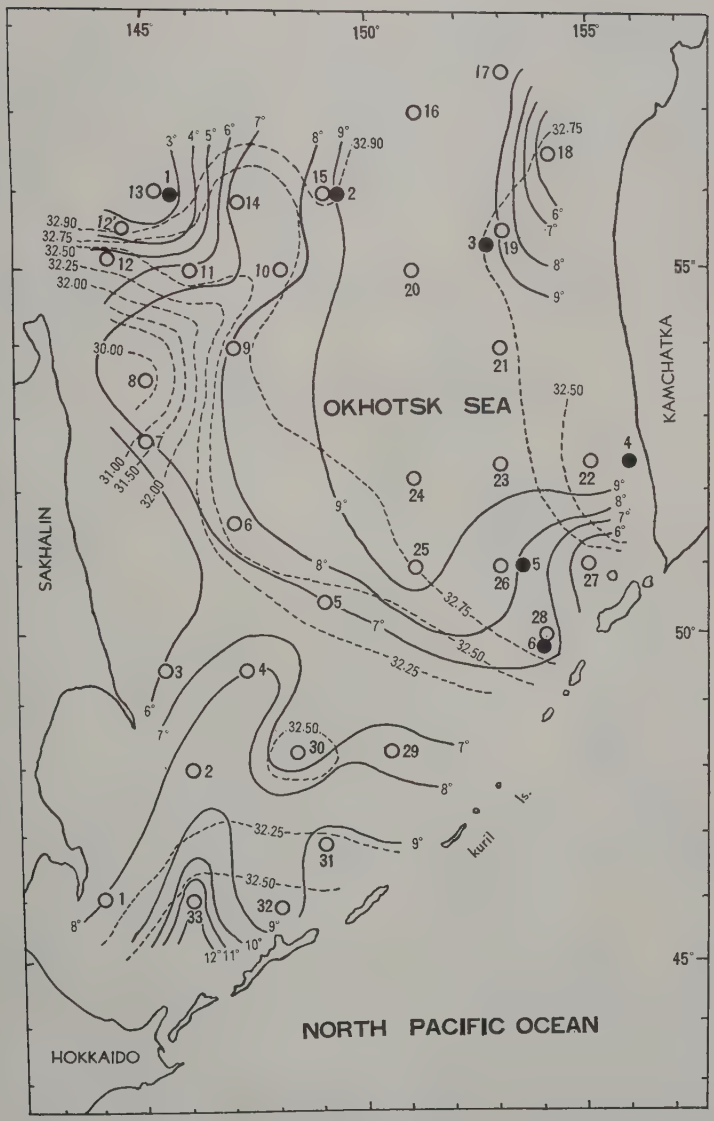


Fig. 2. Locations of the hydrographic stations and the fishing stations, horizontal distribution of temperature and salinity at the 10-meter level occupied by the "Hokusei Maru" in July 1958

○ : Hydrographic station　　● : Location of salmon gill-net set

辺に密集する傾向があることかわかつており[1]，この見地からオコツク海の好漁場を次の4海区と推定し，

そのおのおの水域について詳細に述べようと思う。

1 ホロムシロ島及びアライト島周辺海区

7月における10m層の分布をみると当海区の沿岸側には周囲より寒冷で高鹹な水帯が現われ，水温は6°C以下で塩分も32.85‰位を示している。この水帯の出現について梶浦[2]は観測当時東風が卓越していたために海岸近くに湧昇流が起り垂直混合が発達するからではないかと推定しており，今回の観測の時にも低気圧が常にカムチヤッカ半島の南側を通過していたので東風の日が多く，梶浦の推定の如く考えるのが至当であらうと思われる。またカムチヤッカ半島西海岸の沿岸10〜20浬の沖合を南下する流れ[3]と太平洋からオンネコタン海峡を抜けてオコツク海に流入する水塊[2,4]等がこの海域において合流していつそう垂直混合を盛んにしているためではないかと判断される。

8月におけるこの周辺の観測資料についてみると（Fig. 3），7月と同様にホロムシロ島からカムチヤッカ南端沖にかけて冷水帯がみられ，オンネコタン海峡方面から北方に伸びている。

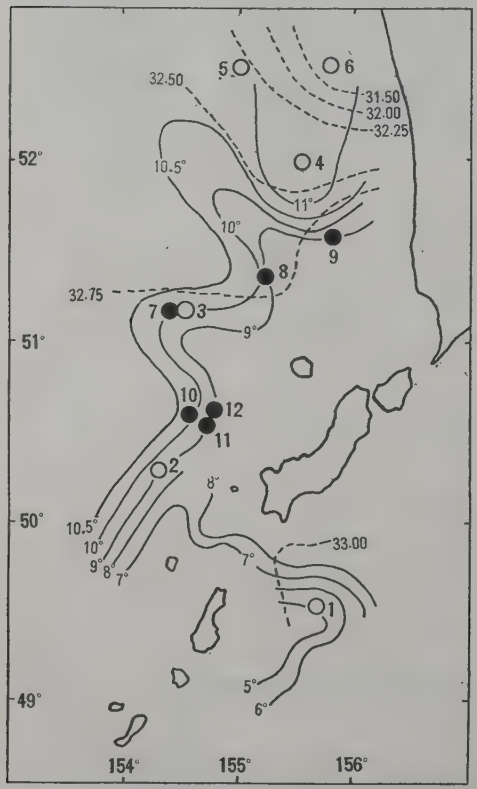


Fig. 3. Locations of the hydrographic stations and the fishing stations, horizontal distribution of temperature and salinity at the sea surface occupied by the "Hokusei Maru" in August 1958

○ : Hydrographic station

● : Location of salmon gill-net set

観測点のT—Sダイヤグラムによると（Fig. 4），St.1,2,3はかなり似た傾向があり同一水塊に含まれるものと解され，これらの水塊は太平洋からオコツク海に流入したものと思考される。下層水にはあまり変化は認められないが表層ではSt. 1からSt. 3に至るにつれて多少温度は上昇し，塩分は低くなつている。これはオコツク海に入つた水塊が北上するにしたがつて周辺の高温低鹹な水塊と混合するためであらうと思われる。St. 4になると前記3点に比して全般的に高温低鹹で，とくに表層はオコツク海特有の水帯に覆われ表面では11°C,32.34‰を示している。さらにSt.5,6では沿岸水の影響が顕著で塩分は32.30‰以下の低い数値で，異つた水帯になつている。

以上の結果から太平洋から流入する水塊は表層ではSt. 3附近までと考えられ，だいたい等温線の10° C位までがこの水塊の影響によるものと思われる。実際この附近には顕著な潮境が現われており，プランクトンも多く，太平洋から流入する水塊の流域ではDiatomの発生のため透明度は他の海区に比較して甚だしく低くなつている。この水塊とオコツク海固有の水帯との潮境附近にはサケ・マスの餌料である *Themisto Japonica* の大発生が認められた。このようなことから当海区のオンネコタン海峡から流入する太平洋からの水帯とオコツク海固有の水帯との潮境は漁場としては極めてよ

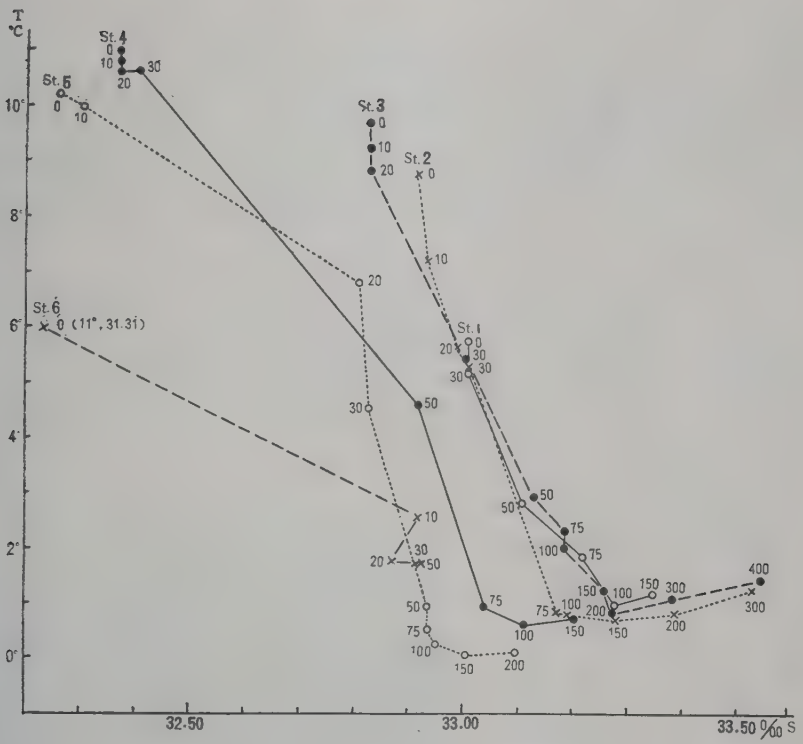


Fig. 4. Temperature-salinity diagram

い条件を有していることがわかつた。

一方カムチヤツカ西海岸中部以南の諸河川に遡河する大量のサケ・マスやオコツク海の北岸，とくにオコツク沿岸の河川に遡上する魚群は太平洋側から北千島の諸海峡を，主としてオンネコタン海峡を抜けてオコツク海に入ると云われているが[5]，これらの魚群が狭い海区を通過するゆえ好漁場となり得るは勿論で，さらに前述のように水温傾度が大きく塩分差があり，しかも餌料となるプランクトンの多い潮境に集約されるのであるから絶好の漁場を形成することになるのである。

つぎに漁獲試験の結果より海況と漁況との関係をみると（Fig. 3, Table 1），オンネコタン海峡より北方に伸びる水帯と漁況とが関連あるものの如く，太平洋から流入する水帯の流域と考えられる操業地点のNo.7, No.10, No.11, No.12等における漁獲が比較的多く，この流域外にあたるNo.8及びNo. 9は共に漁獲が少かつた。同年はサケ・マス群の回游がとくに少かつた年であり，かつ終漁期であつたため好漁を得ることは出来なかつたが，しかし他の水帯に比して良い成績をおさめた。1955年著者等[6]が同海域を調査した結果よりすると，6月には前記せる北上流の周辺が漁場となり，まづシロサケが現れ，ついでカラフトマスの大群が来游し，7月に入つて全水域の水温が上昇するにおよんで魚群はこの水帯の先端7°C台に沿つて北方に移動するようである。6月下旬におけるこの流の影響は北は53°00′ N 附近に達し，東西では153° 30′ E～154° 30′ Eにおよんでいる。

8月になるとオコツク海の全域が12° C 以上の水帯で覆われるようになり，公海の魚群は急に減少してくる。しかしこの時期になると集団的に移動するギンサケの漁期になり，海況はFig. 3に示すものと似た状態になつてホロムシロ島の西側に冷水帯が残り，オンネコタン海峡より抜ける流の周辺 9°～10° C 位の水帯に

好漁がみられて反当り10尾以上を示すこともあり，この流域外の雛網率4～5尾位と比較して著るしく好成績であつた。

要するにホロムシロ島及びアライト島周辺の漁場ははじめシロサケが出現し，ついでカラフトマスが来游してオコツク海における最初の漁場を形成する。すなわち太平洋からオンネコタン海峡を抜けて流入する水帯の周辺がまづ漁場となり，6月末から7月にかけてカムチヤッカ西海岸沖合の水温が上昇するとともに魚群も北上し，一時この漁場の魚群は稀薄となるが，8月に入り終漁期になるとカムチヤッカ西海岸の魚群もまた急激に減少する。このようにシロサケとカラフトマスが少くなるのとは逆にアライト島周辺にはオンネコタン海峡より流入する水帯にギンサケの群かみられ，冷水帯の周辺に好漁場を形成するがこれは短期間で終る。

2　カフラン湾北西海区（ペンジンスキー湾入口附近）

カフラン湾北西部周辺の海況及び漁況については今回の調査では資料が少く，満足すべき結果は得られなかつたが，カフラン湾の西側には南北に伸びる等温線が密に分布していることと，この附近の海流はカフラン湾沖を南西に流れその一部は南に，他の一部は北西に転流していること[4]が明かとなつた。

当海区の海況については須田[7]，丸川[8]，重松[10]，梶浦[9]等の報告があるが，概して資料が乏しく，その結論も一定していない。筆者らは1955年[11]及び1957年[12,13]に同海区を調査したのでその資料にもとづいて述べてみよう。

1957年7月の海況はカフラン湾沖と対岸のコニー半島側に冷水帯がみられ，ペンジンスキー湾口の中央部には高温帯が認められ舌状に湾の内側に伸びている。当時オコツク海北部の表面水温は11°C台に上昇していたが，湾口附近には湾の内側から張り出している3°～5°Cの低温部があつた。塩分も等温線に沿つて分布し，沖合に高鹹な32.80‰の等塩分帯があり，陸岸沿いに低鹹な水帯がみられペンジンスキー湾に連なつていた（Fig. 5）。すなわちこの海区には陸水の影響による低温低鹹な水帯と，沖合水の高温高鹹な水帯があつて，この両水帯は湾口附近で潮境をなしており，サケ・マスならびに油ニシンの魚群はこの潮境に密であつた。

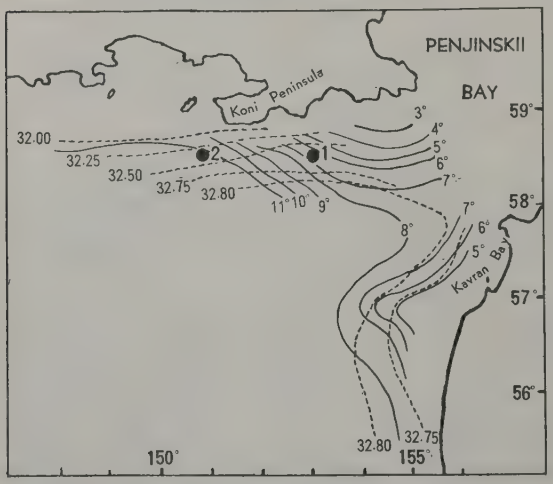


Fig. 5. Locations of the fishing stations, horizontal distribution of temperature and salinity at the sea surface occupied by the "Hokusei Maru" in July 1957
● : Location of herring gill-net set

オコツク地方附近の河川に遡上するサケ・マスの多くはカムチヤッカ半島西海岸の沖合を北上し，この附近より北西に移動すると云われているが[5]，この移動群がさきに述べた潮境に集約される可能性があり，図のNo. 1及びNo. 2の操業地点では油ニシン調査中（アミラン製ニシン網使用）に南側から雛網するサケ・マス群があつておのおの反当り3.4尾の雛網率を示し，58°56′N，143°15′E及び58°44′N，146°19′Eではともに1.2尾を漁獲したのに対比して好漁獲が認められた。

また1955年7月上旬における調査資料[11]によると，154°30′E線を北上したところ56°00′N以北にはペンジンスキー湾の急潮の影響による冷水塊があつて西側に張り出しており，8°Cの暖かい水が南方から冷水塊に覆いかぶさつて，その深度は北上するに連れて次第に浅く

なつている。この両水塊の不連続線は56°30′N附近にみられた。この時期の漁獲はシロサケが主体であつて，その流網方向は55°00′N以南の海域においては南からであつたが，北上するにしたがつてその方向はしだいに東に転じ，56°00′N附近では南東に変つていた。これはオンネコタン海峡からオコツク海に入つた魚群の一部がカムチヤッカ半島沿いに北上し，56°00′N附近からカラフト湾沖にみられる冷水帯にはばまれて潮境の周辺に集約され，その後北西に回游し，さらに西に向つてオコツク沿岸に至るものと考えられる。したがつて冷水帯と高温帯の潮境が漁場となつているが，移動群であるために魚群が長い間停滞することはなく，ホロムシロ島及びアライト島周辺におけるギンサケの魚群の如く同一地点で好漁が続くことはない。

6月より7月にかけてはシロサケが漁獲の大半を占めているが，7月中旬以降になるとカラフトマスの比率が増し，7月下旬にはカラフトマスが大部分を占めるようになる。

3　サガレン北東海区

サガレン北東における200mの等深線は東方へ突出しているため，アムール河の影響によると思われる低鹹な沿岸水はサガレン北部より東方へ流出し，さらに南下するが，一部は北東に流れて渦流を形成する[4]。そのため浅推部附近には垂直混合が起り，他の観測点に比較して表層においては低温高鹹な，中層においては高温低鹹な特異な水塊が存在していた（Fig. 2）。この水塊の縁辺と思われるSt.11からSt.12にかけては東西に伸びるきわめて顕著な潮境がみられ（Fig. 6），その方向は海流，等温線，等塩分線等の方向と一致している。

Fig. 6.　Remarkable current-rip of the sea surface (55°10′N, 144°30′E, July 14, 1958)

この渦流を中心とする水温及び塩分の垂直断面によつても異常な渦流の存在がわかる。すなわちSt.13よりSt.7に至る南北の垂直断面ではSt.8を中心とする表層にサガレン北部から来流したと考えられる30.00‰以下の低鹹帯があつて，10mから30m層において顕著な躍層をなし，垂直の塩分差が大きくなつている。しかしSt.13は水温，塩分ともに垂直の差は少く，さらに他の観測点にみられるような負温帯は認められない（Fig. 7）。またSt.13よりSt.15に至る東西の断面ではサガレンの北部を東流し，さらに北に流れると思われる低鹹な水帯があつてSt.14を中心とする表層に分布しているが，St.13では表層の塩分は高く水温は低くなつており，この点の中層はSt.14及びSt.15に比して高温低鹹になつている（Fig. 8）。

須田[14]は北洋の海況について夏季流入する河水は表層を薄く被覆して，これが太陽熱を受けるため表面近くの昇温急にしてその直下との水温差が大きくなる。したがつて安定度の増加により渦動または対流による熱の下方移動がほとんど行われない。そのため冬期間に生じた負温帯は夏季にも消えずに存在すると述べている。St.13を除いた他の観測点はいづれもこのような特質を示し，表層に高温低鹹な水帯があつて10mから30m層において躍層をなし，中冷層すなわちこの海域では負温帯が50mから200mにわたつて分布している。これに対してSt.13は河水の影響を受けた表層の高温低鹹な水帯は垂直混合によつて消滅し，さらに負温帯も認められない。

以上によりSt.13を中心として渦流があり，垂直混合が盛んであることが推察される。この特異な水塊は凌風丸[2]，駒橋[15]及び1957[12,13]の観測によつてもみられ，これが漁況を判断するのに重要な要素となつてくる。

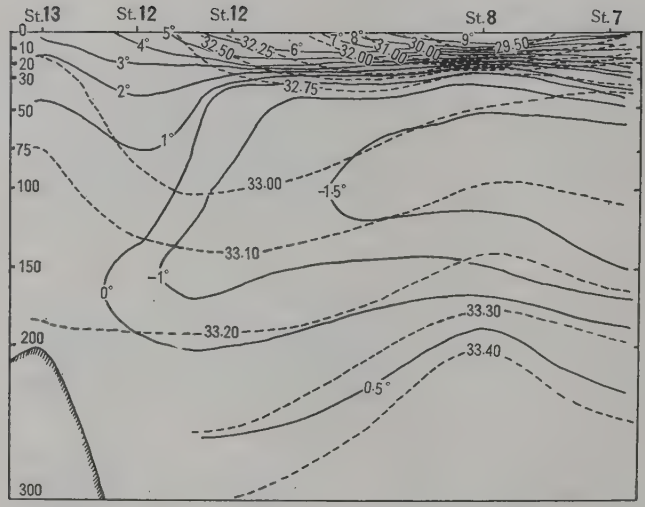


Fig. 7. Temperature and salinity vertical distribution in a longitudinal section

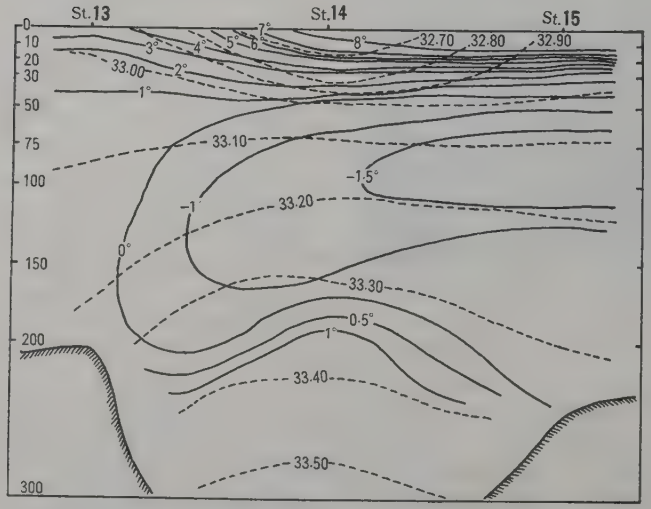


Fig. 8. Temperature and salinity vertical distribution in a latitudinal section

サガレン東岸のサケ・マスの回游については南千島の海峡を抜けてオコツク海南部の適水帯を通つてサガレン東岸に至り，さらに北上してアムール河及び北方のオコツク地方に向うと云われているが[5]，前記の特異な水塊によつて北上をはばまれ，一時潮境の周辺に停滞するものと推定される。したがつてこの水塊の縁辺にあたる南側の潮境に漁場が形成されるものと判断される。なお顕著な潮境が出現したSt.11からSt.12に向い航走中に魚群探知機によつてかなり濃い魚群を連続してとらえている（Fig. 1, Fig. 9—A）。この水塊の中心附近にあたるNo. 1の操業地点では魚群の記録はまばらになつており（Fig. 9—B），漁獲試験の結果も反当り0.6尾にすぎなかつた。またアライト島の西方のNo. 5の操業地点においては6.7尾の漁獲率をあげたときの投網中の魚探記録でさえもこの潮境附近ほどの濃い魚群記録は認められなかつた（Fig. 9—C）。

資料が少いので結論は出し得ないが，この3つの魚探記録よりすると，同水塊の南側における好漁が期待され，また今後漁況，海況を検討するうえに興味ある海区と考えられる。なおこれらの魚群はその後潮境の周辺に沿つて東行し，再び北上するものと判断され，渦流の中心にあたるNo. 1では0.6尾の漁獲率であつた

のに対して，潮境の附近と考えられる。No. 2ではオコツク海の中央部であつたにも拘らず南側から罹網した4.5尾の漁獲率を示していた（Table 1）。

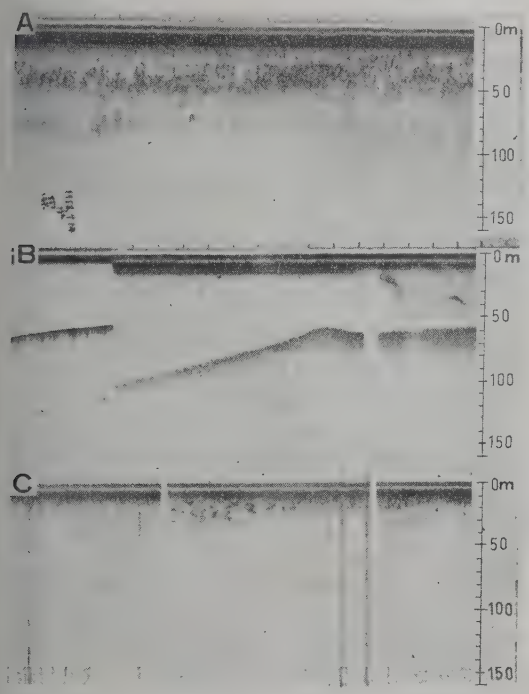


Fig. 9.　Echo-image of salmon shoal
A.　55°10′N, 144°10′E July 14, 1958
B.　55°45′N, 145°00′E July 14, 1958
C.　51°00′N, 153°21′E July 22, 1958

4　オコツク海南部海区（北海道北東部）

この海区は日本海から宗谷海峡を抜けてオコツク海に入り，さらに北海道の北見，網走沿岸に沿つて沖合を東行し，知床岬附近から転流して北東に向う高温高鹹な対島海流と，サガレン東岸を南下する低温低鹹な東樺太海流とが混合する海区で[7][16][17]，水温および塩分の分布は複雑な状態を呈している。

今回の観測によるとクナシリ島の北方に水温傾度の大きい水域が認められ，等温線及び等塩分線は概して南千島の列島に沿つて分布し，北側に低温低鹹な水帯，南側には対島海流の影響があると思われる高温高鹹な水帯がみられる（Fig. 2）。

また標識放流の結果[5]よりすると，当海区は太平洋から南千島の諸海峡，主としてエトロフ海峡を抜けるサケ・マスがサガレン及び北部シベリヤの各河川へ向う通路にあたり，魚群は2つの水塊の交錯によつて生じた潮境に集約される可能性があると想像され，好漁場となり得るものと思われる。

漁場の価値についてはまだ資料が少く，将来の研究にまたねばならない。

III　結　　言

この研究は海況と漁況との関係を究明したものであるが，漁獲試験の資料が少いためオコツク海全域にわたる結論は得られなかつた。しかし海況から推察されるサケ・マス漁場としては，ホロムシロ島及びアライト島周辺海区，カフラン湾北西海区（ペンジンスキー湾入口附近），サガレン北東海区，オコツク海南部海区（北海道北東部）の4海区をあげることが出来る。このうちオコツク海南部を除いた海区は漁況から或程度の裏付がなされ，好漁場となり得るものと判断されるが，オコツク海南部は漁獲資料がないため今後の課題として言及をさし控えたい。

じゆうらいの研究ではオコツク海のサケ・マスの回游について，カムチヤッカ半島西海岸沖合及びサガレン東岸沖合を北上することはわかつていたが，本調査の結果潮境の周辺にあたる56°00′N，149°00′Eのオコツク海中央部にも多くのサケ・マス群の回游があることも明かにすることができた。

本研究にあたり北海道大学水産学部練習船北星丸乗組員各位の洋上における絶大なる御協力を謝し，また資料整理に際しては本学部海洋気象学講座小藤英登助教授，同秋葉講師ならびに遠洋漁業学講座上野元一助教授の御協力に対し心から感謝する次第である。

なお本研究に要した費用の一部は文部省科学研究費によつたことを附記する。

引 用 文 献

1) 前田辰昭（1959）. 北太平洋のサケ・マス漁場の研究. 北海道大学水産学部研究彙報 9（4）.
2) 梶浦欣二（1949）. オホーツク海の夏季海況について. 海洋学会誌 5（1）.
3) 須田皖次（1934）. カムチヤッカ西沖の潮流に就て（昭和7年おしよろ丸測流結果）. 水産研究彙報 4.
4) Akiba. Y., Yamamoto, S. & Ueno, M.（1959）. On the Oceanographical Condition of the Okhotsk Sea. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 10（1）.
5) 平野義見（1953）. 過去のサケ属魚類標識放流試験と主にその結果から見た北太平洋北西海域に於ける洄游経路 I（サケ・カラフトマス）. 日本水産学会誌 18（10）.
6) 前田辰昭・上野元一・斎藤市郎（1957）. D. S. L. の研究（カムチヤッカ西海岸沖合に於ける D. S. L. に就て）. 北海道大学水産学部研究彙報 7（4）.
7) 須田皖次（1943）. 海洋の科学. 770p. 東京；古今書院.
8) 丸川久俊（1919）. オコツク海金華山沖海洋，生物，漁場調査報告（雲鷹丸）. 漁業基本調査報告 7（2）.
9) ――――（1919）. 海洋漁場調査報告（雲鷹丸）. 漁業基本調査報告 8（1）.
10) 重松良一（1933）. オコツク海の海流及び親潮の起源等に就て. 水路要報 12（8）.
11) 前田辰昭（未発表）. カムチヤッカ西海岸沖合におけるサケ・マス漁場について（昭和30年調査）.
12) 北海道立水産試験場・北海道大学水産学部（1957）. 北部オコツク海域油ニシン漁業開発調査報告. 北海道水産試験場.
13) 北海道大学水産学部（1958）. 海洋調査漁業試験要報 2.
14) 須田皖次（1937）. 北洋海況の特質に就て. 水産学雑誌 41.
15) 農林技術協会（1954）. 北方海域海況資料（駒橋による千島周辺及びオホツク海）. 冷害気象長期予報資料 I.
16) 宇田道隆（1934）. 日本海・黄海・オホーツク海の平年各月海況. 水産試験場報告 5.
17) 第1管区海上保安本部（1958）. 北海道西方海域・オホツク海南部海域. 海洋概報 3.

函館産カレイ類の品質

第3報 品質を決定する要因

1 品質と生態及び形態との関係

大石圭一
（北海道大学水産学部水産食品化学教室）

Quality of Flatfish from Hakodate.

Part 3. The factors deciding the quality.

1. Relations between the quality and features, ecological and morphological.

Keiichi ŌISHI

Abstract

The present author has studied ecological and morphological features which seem to exert effect to some extent upon the quality of fifteen species of flatfish usually on the market in Hakodate. The basic common ideas on which the author commenced the present study as follows; The fish which mainly inhabits northern region and of which the spawning season is almost entirely in the winter, is occasionally considered most palatable in winter to the sense of the northern dwellers. On the contrary, however the southern fish is considered to be palatable in summer, its spawning season is summer. About the food hunting habits, fatness and edible parts of fish, it is apt to be supposed that these are closely related to the quality of fish.

The features are graded on the following bases:

(1) To the group of which the spawning season is winter first grade is given, to the group which spawns in spring second grade is given, and to the summer group third one is given.

(2) To the group of which the food is mainly other fish first grade is given; this group is called C type in this paper. The fish which commonly eat large crustaceans is called B type; second grade is given to it. Lastly to the eater of small crustaceans and annelids, which is called A type, third grade is given.

(3) To the fish which is found only in northern Japan as far south as Muroran first grade is given. To the fish of which the distribution extends as far south as Chōshi is given second grade. Lastly, to the fish which dwells through all Japan from Sōya Strait to Kagoshima third grade is given.

To the fish which lives only in shallow water less than 200 meters in depth first grade is given for the sake of convenience; to those which live in both water deeper than the former and in the same depth is given second grade.

(4) As suggestion has been made for a manner of determining the degree of fatness and the ratio of the edible parts to the body weights of fish by a numerical-categorization (Ōishi, 1958), the ranks in those respects are given to fish flesh in accordance with the suggestions made in that earlier report.

In order to analyse the relation between the quality of fish and the above features, after count had been made of the numbers of fish belonging to the same grade in the same item, the ranks are finally settled. The results of ranking are shown in Table 6.

Next, use being made of Spearman's rank correlation method, these ranks are compared with the quality rank which had already been decided through sensory test by the present author

(1958). The results obtained by this comparison are as follows:

Some of the northern fish which are found as far south as Kagoshima, the sothernmost Kyūshū, are superior to the others in quality. Shallow dwellers mentioned above excel others in quality. The difference of spawning season, predacious habits, degree of fatness and ratio of edible parts proved to have no relations with the quality.

The details of the predacious habits only are reported anew in this paper, with references to the studies of M. Hatanaka *et al*. (1954) and P. A. Moiseev (1953), while the data of other features are cited from various other papers.

ま え が き

第1報[1]では函館産カレイ類の商品学的特質を知り，第2報[1]ではそれらの品質の順位を決定した。第3報では，第2報の品質の順位が如何なる要因によつて決定されているかを知るのが目的である。検討すべき要因は少くないが，先ずカレイ類の生態及び形態の特徴が品質に対していかなる影響を及ぼしているかという点より始めた。

品質と関係ありそうな生態の特色として，(1) 産卵期，(2) 棲息環境，(3) 食性などを，次に形態の特徴として，(4) 肥満度及び可食部量を選んだ。(4) を形態的と称するには難点があるかもしれないが，他に適切な言葉がないのでこの語を用いた。次に選択した4項目の意義について述べる。

(1) 産卵期

産卵期と魚の味との関係を内田氏[2]は次のように述べている。"本来の温帯性の魚の産卵は，多くは水温の上昇期である春から初夏にかけて行われ，味の産卵に支配されることが大きい。冬あるいは冬から早春にかけて美味な…ブリ…ヒラメ…タイ…などはこの例である。…ハモ……などの夏うまい魚は，みな本来は熱帯性の魚て，熱帯の海に広く分布しているものが日本の沿岸まで来ているのてある。それで，熱帯の海同様に水温の高くなる夏季が，もつとも生活活動の旺盛な季節で，産卵もこのとき行われ産卵による体の消耗も早く回復してそれが自然に味に関係するのであろう。これと同様な理由で，本来寒帯性の魚は水温の低くなる秋から冬期に，もつとも活動的で体が充実し，産卵もこの季節に行われるが，うまいのもこのときである。タラ・スケトウダラ・サケ・アイナメ類・カジカ類などはこの例だが，熱帯性の魚ほどにはこの関係ははつきりしていないようである。しかし似よつた種類の熱帯性のものと寒帯性のものを比較すると，この関係がはつきりわかる。"と，果してこの通りであるならば，函館産カレイ類は極めて似かよつた種類であるから，どのような結果になつているであろうか。また，冬産卵するものと夏産卵するものとでは，年間を通じて味に差があるかどうかという点も調べてみたい。

(2) 棲息環境

棲息環境としては，棲息深度及び棲息の南限及び北限を知ることによつて，本来その魚は北方性のものであるか，或は南方性のものかを判定し，函館という北方の環境にあつては，北方性のものが南方性のものより品質優ると言えるか否かを調べる。

(3) 食性

食餌と品質との間に関係があると考える人は少くない。実際次のような記述[3]もある。"大正のはじめのことであるが大阪の水族館で学者たちかマダイの味を調べたことがある。まず十何びきかのタイをA，Bの2種に分け，Aの方へは餌としてエビばかりを，Bの方には餌としてイワシばかりを与へて2～3週間飼つた後，食物の差によつてタイの味がどうちがうかを調べたのである。……それ等のタイを同じように塩焼にして味のよくわかる人々に試験させ，投票に従つてA，B2群のタイのいずれがうまいかをみた。……結論としてAのタイ，つまりエビを餌に与えて飼つた方が，Bのタイ，つまりイワシを餌にしたものより遙かにうまいという結果が出た。……"その他にも巷間伝えられるウナギの味と餌料との関係，Lovern氏[4]の餌料の脂肪の相違がウナギの体脂肪の組成に影響を及ぼすという結果，また餌料の相違による畜産製品の味の相違

の科学的検討の結果[5]などからも，餌料と品質との関係を推定しうる。食性を食餌の習性化と解すると，食性と品質との間の関係も深かろうと思われる。函館産カレイ類の場合も，それらの品質の相違が食性によつて意義づけられていないだろうか。この点を検討する。

(4)　肥満度と可食部

魚の体形と体表及び魚肉の色彩とが魚の品質評価に影響するのは当然であるが，函館産カレイ類の場合は1～2の例外を除くとこれらの特色が互に酷似しているので問題は大きくない。寧ろ，形態的特徴の一つとして，肥満度と可食部量とが，調理操作や経済的意義ともからみ合つて，品質評価に影響がありそうに感ぜられるのでこれについて吟味する。

以上で4項目に亘り研究目的を述べたのであるが，次に品質と比較すべき生態及び形態の特質について述べ，最後に品質との関係を考察する。

函館産カレイ類の生態及び形態の特質

(1)　産卵期

これについては既に調査，整理し，第1報の第7表に掲げてある。これがそのまま考察の資料たりうる。

(2)　棲息環境

黒沼氏[6]は北海道から九州に至る太平洋岸で機船底曳網で漁獲されたヒラメ科，カレイ科及びササウシノシタ科類の水平分布と垂直分布とを調査している。本報では黒沼氏の調査結果を次の様な規約で整理して，第1表に示した。但し黒沼氏の結果には函館産カレイのうちイシガレイとカワガレイとが含まれていない。

第1表　函館産カレイ類の水平及び垂直分布の類型

	ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	ババガレイ	アサバ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
北方型		◎		○				○	○	○	○	○	◎		○
中間型							○								
南北型	○		○		○	○								○	
浅海型		○		○		○				○					
浅海及び遠洋型	○		○		○		○	○	○		○	○	○	○	○

多分この両種は極く浅海に棲むので，機船底曳網で漁獲されず，黒沼氏の研究試料に含まれなかつたのであろう。この両種については他の記載[7]によつて判定した。

棲息環境のうち水平分布としては，暖流黒潮の夏季に於けるほぼ北限と見られる室蘭附近が分布の北限となつているものを南方型とし，また冬季寒流親潮のほぼ南限と見られる銚子を南限とするものを北型とし，分布の南限が尾鷲附近にまで延長しているものを中間型，宗谷から鹿児島まで日本の版図一帯に分布しているものを南北型と称することにした。特に分布の南限が室蘭附近に留るものを典型的な北方型と考え，表に示す場合は二重丸とした。

垂直分布は小久保氏[8]の分類により水深200mの大陸棚以内に棲息するものを浅海型，それより以深のものを遠洋型，水深4000mを越えるものを深海型と称することにしたが，函館産カレイ類にはかかる深海型のものは見られない。

(2) 食性

畑中氏ら[9]は仙台湾北部のカレイ類7種，ババガレイ，イシガレイ，マガレイ（マコガレイ），ミズグサ（ムシガレイ），ヒラメ，メイタガレイ，マコガレイの約 1000尾を1952年6月から12月まで8回底曳網で曳き，これらを体長 5cm 間隔に階層別し，更に季節別に胃内容物を環虫類，小型甲殻類，大型甲殻類，貝類及び魚類に5大別し，各試料の胃内容物をこの様に類別化して重量を測定し，環虫類を主食餌とするものを食性A，甲殻類を主食餌とする類型を食性B，魚類を食餌とするものを食性Cとし，食性の相違による消化器系統の形態の上には次のように相異なった特徴が見られる。即ち，A類型に属する魚種は口が小さく，有眼側の上下歯は発達せず，無眼側にのみ門歯状の歯が並び，鰓耙は短大な瘤状突起で単純な構造を持ち，消化管のループは複雑に迂曲して長い。これに対しC類型に属するものは，口が大きく，歯は有眼側にも無眼側にもあつて鋭い犬歯状を示し，鰓耙は細長で棘を有し密生し，消化管のループは簡易な型で短い。B類型の魚は，大よそA・Cの中間型を示すとしておる。

また，Моисеев氏[10]は極東水域産のカレイ亜科に属する魚を次のように大別し，その食性に見られる特徴についても述べている。属名の次に示したのはそれに属する函館産カレイ類の種名である。

(1) オヒョウ類	アブラガレイ属（*Atheresthes*）	アブラガレイ
	オヒョウ属（*Hippoglossus*）	オヒョウ
	カラスガレイ属（*Reinhardtius*）	
(2) 大口カレイ類	アカガレイ属（*Hippoglossoides*）	アカガレイ
	ソウハチ属（*Cleithenes*）	ソウハチ
	Acanthopsetta	
	マツカワ属（*Verasper*）	マツカワ
(3) 小口カレイ類	マコガレイ属（*Limanda*）	マガレイ
		スナガレイ
	シュムシュガレイ属（*Lepidopsetta*）	アサバ
	サメガレイ属（*Clydoderma*）	サメガレイ
	ヒレグロ属（*Glyptocephalus*）	ナメタ
	ツノガレイ属（*Pleuronectes*）	
	Pseudopleuronectes	

イシガレイ属（*Kareius*）及びムシガレイ属（*Eopsetta*）の帰属は明らかにしていないが，食性はオヒョウ類に似るとあるから，この2属は大口カレイ類に属するものとしてよかろう。

これらの食性の特徴については次のように述べている。“小口カレイは大陸傾斜面の上部にある大陸棚の区域内に分布している小型の底棲動物を主として摂餌している。即ち，小型軟体動物を主とし，次いで *Polychaeta*，小型甲殻類で，棘皮動物（主として *Ophiura sarsi*）は少ない。大口カレイは小口カレイ類の食性の類別に入る底層動物の他に無脊椎動物の游行性底棲のもの，游行性のものを代表するもの及び魚類を多く食する。太平洋産オヒョウ類は活潑な天敵であり，主として魚類（スケソダラ，時にニシン，カレイ類マユガジ属，サケ・マスその他），大型の甲殻類，時には頭脚類の軟体動物を食つている。この餌料分野はタラに近く，他のカレイ類とは異る。*Verasper, Kareius, Eopsetta* もこれに似る。”と。

食性の変化に応じて消化系統の構造もまた異るとし，次のように述べている。“小口ガレイのグループではカレイ類の口の裂口の大きさを比較すると大口ガレイよりも略々2倍も小さい。小口ガレイでは鰓耙が極めて僅少で，短く，大口ガレイでは鰓耙が多数あつて且つ長くなつている。胃は明瞭に現れており，腸に比

較的短いものは大口ガレイ類に固有のもので，長い腸の中に胃が殆んど気付れないようにめりこんでいるのは小口ガレイの特徴である。"と。

以上の畑中氏と Моисеев氏との食性に関する結果を比較すると，畑中氏の云う食性A，B，Cに属するカレイ類と Моисеев氏の云う，小口ガレイ，大口ガレイ，オヒョウ類とはかなり類似性があるように思われる。両者の相違は彼らが観察したカレイ類の食餌環境の相違が原因しているものと思われる。

今回の函館産カレイ類の食性調査に用いた試料の魚は，昭和30年4月から9月まで，毎月1魚種につき1尾魚屋から購入したものであつて，空胃であるか，そうでないとしても胃内容物が消化されて識別不明のものが多かつた。その為に胃内容物から食性を判定することが困難であり，今回の試験方法は畑中氏らと逆の方向，即ち消化系統の構造の相違から食性を判定するという方法をとつた。

この調査に用いた試料の全長と，性別とを第2表に示した。

第2表　食性調査魚種の全長（cm）と性別

	4	5	6	7	8	9	11　月
ヒラメ		41.7(♂)	37.8	38.3	38.8	36.5	47.5(♂)
オヒョウ	67.0	71.0	65.0				
マガレイ		32.4	34.6	37.0	30.9(♂)	30.3	
マツカワ	40.0	34.5	32.8	36.9	28.3	35.7(♂)	36.8
アカガレイ		42.1	35.7	33.0	38.5	36.0	
			33.1(♂)				
ミズクサ		36.6	34.2	29.3	28.6	30.0	
ババガレイ	33.8	38.0	40.0	40.7	37.2	30.6(♂)	
イシガレイ		44.8	38.0	39.4(♂)	34.4	41.2	36.5
アサバ		36.5	37.3	41.0	25.0	32.3	
ソウハチ		33.0	33.3	34.2	30.0	31.9	
カワガレイ		33.3	46.0	48.7	29.4		
ナメタ		34.9	39.6	34.7	28.3	28.7	27.6(♂)
						20.5	27.6(♂)
スナガレイ		31.3	27.8	28.4	22.6	19.6	
					22.5	19.7	
アブラガレイ		30.3	38.6(♂)	39.2		29.0	
サメガレイ		43.5					40.4(♂)

（♂印以外は総て雌）

消化系統の構造の相違の具体的な調査方法としては次のような項目に応じて行つた。

(1)　全長に対する無眼側の上顎骨長の比
(2)　全長に対する延長させた腸長の比
(3)　腸のねじれ具合
(4)　第一鰓弓の長さに対する鰓耙の長さの比
(5)　第一鰓耙弓に於ける鰓耙の形状
(6)　上顎歯の形状
(7)　全長に対する幽門垂の長さの比
(8)　幽門垂の数
(9)　胃内容物

これらのうち，(3) の項目は腸の回転を体の側面より平面的に観察して，約180° 回転しているものを1

第3表 胃内容物

	4	5	6	7	8	9	11月
ヒラメ		空胃	魚類	空胃	空胃	空胃	空胃
オヒョウ	不明	魚類	魚類				
		頭脚類(イカ)					
マガレイ		小石	小石	空胃	空胃	多毛類	
		多毛類	トビムシ				
		等脚類(シオムシ)	多毛類				
		端脚類(トビムシ)					
		歪尾類(ヤドカリ)					
マツカワ	歪尾類(ヤドカリ)	エビ類(大型)	空胃	不明	空胃	空胃	空胃
	ワラクズ						
アカガレイ		魚類	空胃	空胃	空胃	空胃	
		蛇尾類(クモヒトデ)					
ミズクサ		カニ類	頭脚類(イカ)	歪尾類(ヤドガリ)	空胃	空胃	
ババガレイ	端脚類(ワレカラ)	等脚類(シオムシ)	不明	多毛類	空胃	空胃	
	端脚類(トビムシ)	多毛類		多毛類			
	等脚類(シオムシ)	端脚類(トビムシ)					
イシガレイ		空胃	歪尾類(ヤドカリ)	等脚類(シオムシ)	空胃	魚類	空胃
			カニ類				
			等脚類(シオムシ)				
アサバ		多毛類(ゴカイ)	頭脚類(イカ)	空胃	空胃		
			端脚類(トビムシ)				
ソウハチ		不明	空胃	不明	空胃	魚類	
カワガレイ		等脚類(シオムシ)	魚類	不明	不明		
		エビ類					
ナメタ		貧毛類	不明	魚	空胃	不明	
		エビ類		カニ類			
				エビ類			
スナガレイ			蛇尾類(クモヒトデ)		空胃	空胃	
アブラガレイ			空胃	空胃			
サメガレイ		不明					多毛類

第4表　消化系統の特質及び食性

	アブラガレイ	アカガレイ	ヒラメ	ミズクサ	ソウハチ	マツカワ	イシガレイ	スナガレイ	オヒョウ	カワガレイ	アサバ	サメガレイ	ナメタ	マガレイ	ババガレイ
(1) 無眼側の上顎骨/全長×10²															
平均値	12	11	10	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	5	5
尾数	4	5	5	5	4	5	4	8	2	4	4	2	5	4	3
(2) 腸長/全長×10															
平均値	3	7	3	3	9	6	7	5	4	7	8	6	7	13	8
尾数	1	3	3	4	3	6	5	2	2	4	1	2	3	4	5
(3) 腸の回転数															
	2	3	2	3	5	9	4	7	5	3	4	9	3	6	3
(4) 鰓耙長/鰓弓×10²															
平均値	21	16	23	20	26	14	12	17	14	17	9	10	12	10	9
尾数	3	3	6	6	5	4	4	7	3	1	1	2	2	2	4
(5) 鰓耙の形状															
	針	針	針	針	針	錐	小錐	針	錐	錐	錐	錐	疣	錐	疣
(6) 歯の形状															
	大犬	大犬	大犬	小犬	小犬	犬	門	小門	犬	小犬	小犬	犬	門	小門	大門
(7) 幽門垂長/全長×10³															
平均値	10	7	8	8	8	11		5	14	8	6	10	8	9	13
尾数	1	3	3	4	3	6		2	2	1	1	2	3	4	4
(8) 幽門垂数															
	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	7～9	4	4
(9) 主な餌料															
	魚	魚	魚	イカ	魚	大甲	魚	クモヒトデ	魚	魚	イカ	環	魚	小甲	小甲
	クモヒトデ			大甲			大甲		イカ	大甲	小甲		大甲	環	環
											環		環		
畑中氏の食性			C	B		A～C								A	A
MOИCEEB氏の分類	C	B		B	B	B	B	A	C	A	A	A	A	A	
著者判定	C	C	C	B	B	B	B	A	C	B	B	B	A	A	A

として計算した。このように立体的変化を無視しているのであるから，回転が著しければ著しい程ある程度の誤差を伴うのは致し方がない。（7）と（8）との項目は，幽門垂が消化に関係があるとの前提のもとに，更に幽門垂が大きく，数が多い程消化力が強くなつているとの仮定の下に調査したのである。それ故その数は明らかに認められるもののみを数え，例えば痕跡的のイシガレイの場合は幽門垂は無いものと考えた。従つて厳密には生物学的な形態の記載と若干異る所がある。（9）の胃内容物は第3表に示した。調査項目（1）～（9）はそれぞれまとめて第4表に示した。第4表の魚種の配列は上顎骨長比の大きさの順にした。蓋しこれがカレイ類の食性を規制する最も重要なファクターと考えたからである。第4表には畑中氏の判定結果及び Моисеев氏 の分類によるオヒョウ類をC，大口ガレイをB，小口ガレイをAとして示し，更に著者の判定を畑中氏と同じカテゴリーでA，B，Cで示した。

第4表（1）の上顎骨長比はオヒョウの場合案外少なかつた。これは，オヒョウとしては小型の個体を観測したからかも知れない。また，スナガレイは元来小口のマコガレイ属のものとしては口が大きく例外のようである。これは吻が突出している構造が然らしめたものであろう。（2）の腸長比及び（3）の腸の回転数も食性がCに近づくにつれて少なくなつて行く傾向を伺えるが，例外も多い。（2）と（3）とは食性を規制する有力な事項とは考えられない。（4）の鰓耙長比と（5）の鰓耙の形状とは大体比例すべきものである。（5）の針とは針状のもの，錐とは三角錐，疣とは疣状のものであつて，その観察は一定の標準を設けることなく漠然と行つたものである。（4）と（5）とを比較すると比が大体20以上のものが針状で10以下のものが疣状である。一致しないものもある。然し食性Cのものは針状，食性Aのものは疣状，中間のBは三角錐状のものとの傾向が明かである。（6）の歯の形状についても明かな定義によらず漠然たる観測の結果である。即ち，鋭いものを犬歯，然らざるものを門歯とし，更に大，小を区別した。この結果にも食性がCに近づくにつれて大型の犬歯となり，食性がAに近づくにつれて小型の門歯となる傾向が見られる。（7）の幽門垂長比と（8）の幽門垂数とは食性に関係なくほぼ一定している。（9）の胃内容物では，大甲とあるのは大型甲殻類，小甲とあるのは小型甲殻類，環は環虫類の略である。食性がCに近づくにつれて食餌内容は魚類が主となり，Aに近づくにつれて小型甲殻類と環虫類とになるのが知られる。

以上の観測と畑中，Моисеев両氏 の判定とを参照して第6表後段に示した様な判定をした。オヒョウをCとしたのは元来大型の魚であり，上顎骨長比は小さくても実際は大きな口であり，歯も鋭く，胃内容物からしてもCに含まれるのが適当と考えられたからである。スナガレイをAとしたのは，元来小型の魚で，歯，胃内容物等から推してもオヒョウと全く逆の傾向にあり，それ故Aと判定したのである。

（4） 肥満度及び可食部量

肥満度は次の第3報第2部記載のデーターより，各カレイ類について12ヶ月に亘り全長の三乗分の体重を1000倍して$W/L^3 \times 1000$を求め，これを平均したものを第5表に示した。可食部量は第1報の第9表がその

第5表 肥 満 度

	ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	バガレイ	アサバ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
肥満度	9.9	13.8		10.3		11.7		9.3		8.0			10.9		8.9
		10.5		14.5		11.5		13.5		14.6		10.5	14.1		

まま次の段階の考察の資料として利用出来る。

考　　察

上述の生態及び形態の特徴を次に述べるような方法で適宜数量化して順位をつけ第6表に示した。

第6表　生態及び形態の特徴
(Table 6. Ecological and morphological features)

種類 (Species)	品質順位 (Quality by sensory test)	産卵期 (Spawning season)	水平分布 (Horizontal distribution)	垂直分布 (Vertical distribution)	食性 (Food predacious habits)	肥満度 (Fatness)	可食部 (Edible parts)
Paralichthys olivaceus ヒラメ	3	12.5	12.5	10	2.5	12	9
Hippoglossus stenolepis オヒョウ	3	12.5	1.5	2.5	2.5	10	2
Limanda sp. マガレイ	3	7	12.5	10	13.5	4	3
Verasper moseri マツカワ	3	2.5	6	2.5	8	2	6
Eopsetta grigorjewi ミズクサ	3	12.5	12.5	10	8	11	11
Kareius bicoloratus イシガレイ	7.5	7	12.5	2.5	8	7	13
Microstomus achne ババガレイ	7.5	7	12.5	10	13.5	6	10
Lepidopsetta mochigarei アサバ	7.5	2.5	6	10	8	5	12
Hippoglossoides dubius アカガレイ	7.5	7	6	10	2.5	13	4
Platichthys stellatus カワガレイ	11	2.5	6	2.5	8	1	5
Geyptocephalus stelleri ナメタ	11	12.5	6	10	13.5	15	1
Cleisthenes pinetorum herzensteni ソウハチ	11	12.5	6	10	8	9	14
Limanda punctatissima スナガレイ	14	12.5	1.5	10	13.5	8	8
Clidoderma asperrimum サメガレイ	14	7	12.5	10	8	3	15
Atheresthes evermanni アブラガレイ	14	2.5	6	10	2.5	14	7

〔品質〕

これは第2報の試食実験によつて得られた順位を採用した。

〔産卵期〕

1年を4季に分け，内田氏[2]の説に従い，冬産卵するものはより北方的なカレイであつて，函館という北方の環境にあつては品質は好ましいものであろうとの想定の下に，これを1とし，次に，函館産カレイの場合秋産卵するものがないから春産卵するものに2の等級をつけ，更に同じ理由で夏産卵するものを3とし，各グループに属するカレイの種類の数によつて順位を配分算出した。

〔棲息環境〕

このうち水平分布については，産卵期同様函館という北方環境からして，純北方型を1，北方型を2，中間及び南北型を3とし，前同様それに属する魚種数によつて配点し，順位を求めた。垂直分布の場合は，説明すべき理由がないのであるが一応浅海型を1とし，浅海型で且つ遠洋にも分布しているものを2とし，同様に処理して順位を求めた。

〔食性〕

この場合，Cにはヒラメ，オヒョウなどの美味な魚が含まれるのでこれを1とし，従つてBを2，Aを3とし，前同様に処理して順位を求めた。

〔肥満度及び可食部量〕

これらは値が大きい程よかろうとの想定のもとに，大小によつて順位をつけた。

かくして得られた第6表の数値を，品質と産卵期，棲息環境，食性，肥満度及び可食部との相関をSpearman の検定法により吟味した。その結果は第7表の如くであつて，次のように解される。

第7表　品質との相関 rs

	産卵期	水平分布	垂直分布	食性	肥満度	可食部
rs	−0.016	−0.847	0.440	0.196	0.086	0.268
有意性		＊＊				

(1)　品質と産卵期との関係

検定の結果，全く関係が無かつた。即ち，冬産卵するものは品質が優れ，夏産卵するものが劣るという考え方も，又この逆の考え方も成立たないことが証明された。

(2)　品質と水平分布との関係

検定の結果，函館という北方の境環にあつても北方性のものは品質が優れているという結論を得られなく，寧ろ逆の状態であることが判つた。

(3)　品質と垂直分布

検定の結果，浅海性のものが優れた品質であるとの仮説は5％をやや上廻る程度の危険率で成立つていることが判つた。

結局棲息環境としては南方にも棲み得て，かつ浅所にのみ棲むものが品質優れているということになる。

(4)　品質と食性

検定の結果，品質と食性との間には殆んど関係のないことが判つた。

(5)　品質と肥満度及び可食部量

検定の結果，共に品質の判定に響影を与えていないことが判つた。

要　　約

函館産カレイ類の品質を決定する要因となる生態及び形態的特徴を調べ，それらを数量化し，予じめ決定してあつた品質の順位をSpearman の方法により比較検定したところ，南方の鹿児島附近にまで棲み得てかつ北方にも棲息し，比較的浅所に棲むものか然らざるものより優れているという結果が得られた。

産卵期，食性，肥満度，可食部分量は品質判定に殆んど影響していない。

本報で用いた食性のデーターは，この研究の一連の考察に資するために，特に調査して決定したものである。

謝　　辞

この研究の意義をよく理解下され，激励，指導，援助された村田喜一教授，食性に関する各種の測定にあたられた本学部藏水増殖学講座の富士昭氏，食品化学講座の飯田優，佐藤公の両氏，またデーターの整理を援助された食品化学講座の田村祐子さんに厚く感謝する。

文　　献

1) 大石圭一（1958）．北大水産彙報 9（3），171，186．
2) 内田恵太郎（1956）．さかな．201 P. 東京；慶応通信．
3) 末広恭雄（1957）．さかな通．245 P. 東京；北辰堂．
4) Lovern, J. A.（1938）．*Biochem. J.* 32，676，1214．
5) Eheart, M. S., Thomas, H.R. & Taylor, J. C.（1955）．*Food Research* 20，548．
6) Kuronuma, K.（1940）．"Suisan-Kenkiushi" 35（8），211．
7) 岡田弥一郎・内田恵太郎・松原喜代松（1935）．日本産魚類図説．425P. 東京；三省堂．
8) 小久保清治（1938）．海洋生物学．346P. 東京；養賢堂．
9) 畑中正吉・小坂昌也・佐藤裕二（1954）．日生態会誌 4（3），133．
Hatanaka, M., Kosaka, M., Sato, Y., *et al.*（1954）．*Tohoku Jour. Agri. Res.*, 5（3），177．
10) Моисеев, П. А.（1953）．Известия ТИНРО 40（1），（2）
〔北洋資源研究協議会（1957）．ソ連北洋漁業関係文献集，第21～22集，127P. 東京 の和訳による．〕

附記　その後も函館産カレイ類の名称を調べて次のことを知つた。函館市場でマガレイと呼ばれるものはアカガシラ（或は単にマガレイ），クロガシラ及びオタルマガレイ（或はバショマガレイ）の3群に更に細分されることもある。これらの量的関係は季節によつても異るが冬から春にかけてはアカガシラが大部分を占め，クロガシラは極く僅かで，オタルマガレイはそれよりも更に少いと云われている。これら3種のマガレイを比較検討した所，互に別種であつて，アカガシラは *Limanda yokohamae*，クロガシラは *L. schrenki*，オタルマガレイは *L. herzensteni* であつた。

本研究の第1，2報でマガレイと呼び *L. herzenteni* と考えたものは標準和名マコガレイ *L. yokohamae* であつた。但し函館市場では *L. yokohamae* にも又他のカレイに対してもマコガレイの名称を用いることは全くない。随つて今後もこの研究では *L. yokohamae* に対してマガレイの名称を用い，特に必要のある場合にはミズクサ（ムシガレイ）と表記したと同じ理由でマガレイ（マコガレイ）の形で示すことにする。昭和30年5月から9月までのマガレイとして用いたものに或は *L. herzensteni* が混じつていたかも知れないが，それ以外のものは典型的な *L. yokohamae* のみを用い，*L. schrenki* すらも混じなかつたのは第1報に記した通りである。

御助言，指導を賜つた北水研函館支所の遊佐多津雄氏，当学部の小林喜雄氏，函館水産物株式会社の黒川寛氏に厚く御礼申上げる。

コイ筋肉の 5′-ADENYLATE DEAMINASE に関する研究

第1報　5′-Adenylate deaminase の作用力測定法について

奈　良　　盛　・　斎　藤　恒　行
（北海道学芸大学函館分校化学教室）　（北海道大学水産学部水産化学教室）

Studies on the 5′-Adenylate deaminase of Carp Muscle

I. On the determination of 5′-Adenylate deaminase activity

Sakari NARA and Tsuneyuki SAITO

Abstract

(1) The method presented by G. Schmidt (1928) was modified for the determination of 5′-Adenylate deaminase.
(2) This method was characterized by determing NH_3 nitrogen liberated in low concentration of substrate (2.88×10^{-3} M muscle adenylic acid) and short reaction interval (for 10 minutes).
(3) NH_3-and protein nitrogen were measured colorimetrically and the specific activity (S.A.) was expressed as NH_3-nitrogen (γ) per protein-nitrogen (mg.).
(4) Thus it was ascertained that about ten units secured by the modified method correspond to one unit obtained by H. M. Kalckar's in the specific acitivity.

新鮮な脊椎動物筋肉に於ては，その中に含有される adenine nucleotide は，自己消化の進むに従つて，脱アミノ作用を受けて hypoxanthine nucleotide に変化する。この事実は，G. Schmidt[1] をはじめ，H. M. Kalckar[2]，G. Nikiforuk & S. P. Colowick[3] 等によつて報告されている。更に Lee は最近家兎筋肉から，5′-adenylate deaminase の結晶化に成功し，その物理化学的性質を報告している[4]。又 Lyubimova 等は myosine から，高度に活性のある deaminase を得て，これが Cytosine 並びに未知の螢光物質を含むことを述べている[5]。著者の一人[6]はさきに，コイ筋肉の緩慢凍結の際に，adenosine triphosphate (ATP) が急激に減少する一方，inosinic acid (IMP) が蓄積することを確認し，この現象は筋肉中に生じた adenylic acid (AMP) が急速に脱アミノ作用を受けて，IMP を生じたものと推定した。著者等はこの事実に基いてコイ筋肉中の 5′-adenylate deaminase 作用を追求し，その作用の顕著なことを確認し，分離精製を試みている。今回は deaminase の測定法として，古く G. Schmidt が提案した方法を改良し，若干の知見を得たのでここに報告する。

実　験　方　法

試料は市販の養殖コイ（体重 300～400g，体長20～30cm）を用い，基質として使用した 5′-adenylic acid は和光純薬株式会社より購入した。

測定法の骨子は AMP→IMP＋NH_3 の酵素反応により生じる NH_3の定量を試み，酵素作用力を決定した。NH_3の定量は Nessler 試薬[7]を用い，比色定量法に従つた。同時に Biuret 試薬により，たん白濃度を測定し[8]，酵素のたん白態窒素 1 mg当りのNH_3態窒素量をもつて比活性度とした。即ち NH_3-N(γ)/Pro-N (mg)（以後略して S.A. とする）として示した。尚比色は ITO の spectrophotometer を用いた。

実 験 結 果

(1) NH_3態窒素の定量

硫酸アンモニヤの標準溶液（10mg N/100ml）を調製し，斎藤の方法[9]により，Nessler 試薬で発色させ450mμに於ける吸収を測定する。窒素濃度と吸光度との関係は第1図に示す通りで，NH_3 N として約50γ（OD＝0.425）までは殆ど直線的な関係が得られるが，それ以上の範囲では上向きの曲線となる傾向が示される。

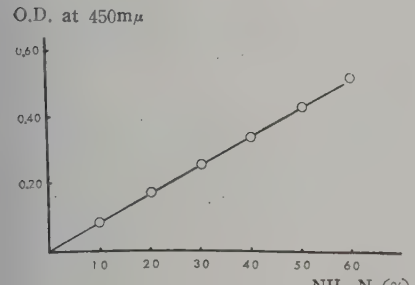


Fig. 1. Relationship between the concentration of NH_3-nitrogen and extinction.

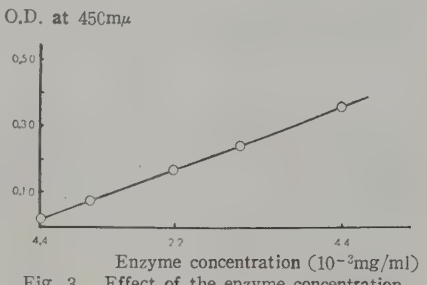


Fig. 3. Effect of the enzyme concentration on activity.

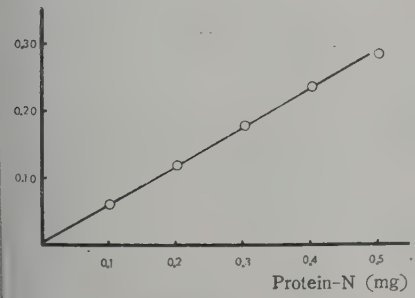


Fig. 2. Relationship between the concentration of protein-nitrogen and extinction.

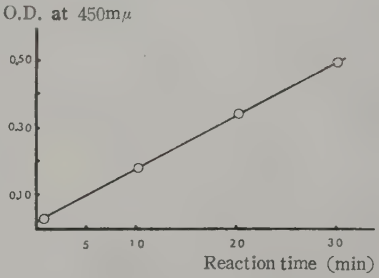


Fig. 4. Effect of reaction time on enzyme activity.

(2) たん白態窒素の定量

精製カゼインの標準溶液（0.5414mg/ml）を調製し江上等の方法[5]により，Biuret 反応による呈色を540mμに於ける吸収で測定する。たん白濃度と吸光度との関係は第2図に示す通りで，たん白態窒素として約0.375mg（OD＝0.225）までは Lambert-Beer の法則に一致するが，それ以上では下向きの傾向（実際よりは少なくなる）を示した。

(3) 酵素活性の測定法

（i） 基質の調製：AMP の濃度は 0.1M Succinate buffer (pH6.4) をもつて0.1%とする。これはAMPの濃度として2.88×10^{-3}Mとなる。

（ii） 酵素液の調製：コイ筋肉を4～5倍量のM/2 KClで抽出した溶液，又はStraub の溶液(0.3M KCl, 0.09M KH_2PO_4, 0.06M K_2HPO_4, pH6.6)による抽出液を適宜希釈して使用した。

(iii) 測定法の実際：基質2 mlを試験管にとり,30°Cの恒温槽に2～3分間放置し，酵素液1 mlを速やかに基質溶液と混合する。正確に10分間を経過した後，60%の過塩素酸溶液 0.1 ml を加え反応を停止せしめる。次に直ちに水15 mlを加え，Nessler 試薬1 mlを加えて発色せしめる。発光後10～15分間放置し，基質の代りに M/2 KCl 2 mlを加えたものをブランクとして比色定量を行なう。別に同じ酵素液1 ml に Biuret 試薬1ml を加え，たん白態の窒素を測定する。之等両者の値から，前述の約束に従つてS.A.値を求める。実測値は次表に示す通りである。

Table 1. Specific activity of enzyme solution extracted from carp muscle.

	Co	B_1	B_2	Sample
E-soln (ml)	–	1	–	1
5′-AMP (ml)	–	–	2	2
M/2-KCl (ml)	3	2	1	1
60% $HClO_4$(ml)	0.1	0.1	0.1	0.1
H_2O (ml)	15	15	15	15
Nessler's Reagent (ml)	1	1	1	1
O.D. at 450 mμ		0.042	0.002	0.281
Corrected O.D.				0.237
NH_3-N (γ)*1				33
O.D. at 540 mμ				0.190
Pro-N(mg)*2				0.330
Specific activity (γ/mg)				100

Co., control; B_1, without substrate; B_2, without enzyme; *1, value by Fig. 1; *2, value by Fig. 2.

(4) 測定法の検討

(i) 酵素濃度と作用力との関係；粗酵素溶液(0.220mg/ml)を M/2 KCl で5～50倍に希釈し，上記の方法で作用力を測定した結果，第3図に示す通りの直線的関係が得られた。

(ii) 反応時間と作用力との関係：反応開始直後から30分までの作用力は第4図に示す通りで，全く直線的関係が得られたこの程度の基質濃度では零次反応と判談される。

(iii) 反応温度と作用力との関係：反応温度を0±1°Cから50°C まで上げて，その作用力を比較した結果を第5図に示す。その結果によれば40°C 附近に於いて最高を示すことを知つた。

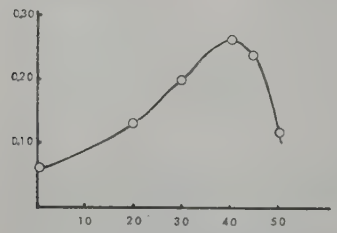


Fig. 5. Effect of temperature on enzyme activity.

(iv) その他考慮すべき点：基質の blank（第1表参照）は極めて小さいので，毎日測定する必要はなく，第1表のB_1を標準として，直接吸光度（補正値）が求められる。また過塩素酸溶液を加えると，白色の沈澱を生じるが，これは主として高濃度の無機塩の影響によるもので，沈澱はそのままにして発色させてよい。沈澱を除去するためにこし紙を使用することは，こし紙中のアンモニア量の影響を受けることが大きいので望ましくない。

考　　察

本酵素の作用力測定の鍵は，既述の通り生成するアンモニヤの定量にかかつている。アンモニヤの定量法としては Kjeldahl法，Conway の微量拡散吸収法及び比色法がある。多くの試料を同時に，しかも速かに測定する必要のあるときは後者の比色法が一般に便利とされている。Nessler 試薬によるアンモニヤの比色定量法は広く利用されているが，発色の不安定性，混濁の生成等の欠点は免れなく，実験条件により誤差が大きいとされている。最近横井[10]は Micro-Kjeldahl-Nessler 法の改良法を提案し，2枚のフィルターを使い分けて，好結果を得ているが，著者等はほぼ50γ以内では，上記の条件で満足すべき結果を得ている。

次にたん白態窒素の定量は松本，金光[11]等の魚肉たん白質の定量法に関する研究で，詳細に報告しているが，著者等もほぼ同様な方法によつて，Kjeldahl 法と比較して，0.375mgN/ml までは好結果を得ている。

一方 deaminase の作用力は，今日 Kalckar の方法或はその改良法，即ち基質 AMP の減量を265mμの吸収で測定する方法が専ら用いられている。Schmidt の方法は基質濃度が高い（1%）ことと，反応時間が長い（45分間）ことが難点であると考えられるが，著者等は，主として之等欠点を改良する実験条件を検討し，基質は1/10の濃度で，また反応時間は10分間で，充分目的を達する方法を見出した。実験結果によれば，至適温度は40°Cであるが，基質濃度と，アンモニヤ態窒素の測定限界を考慮して，反応温度は30°C とした。S.A.＝NH_3 N (γ) /Pro-N (mg) と規定したが，紫外部吸収による Kalckar の方法の単位と比較すると，1 Unit (by Kalckar) ≒10 S. A. の関係にある。反応温度は原報では30°C であるが，この場合は室温（22±1°C）で実施した。その他の実験条件は原報の通りて，吸光度は島津製分光光電光度計を用いて測定した。

要　　約

5′-adenylate deaminase の作用力の測定法として G. Schmidt の方法の改良法を提案した。即ち基質は 2.88×10^{-3}M AMP 2ml，酵素液 1 ml を加え，30°C で10分間反応させ，発生するアンモニヤ量並びに酵素たん白量を測定し，Specific activity として NH_3-N(γ)/Pro-N (mg) を規定した。これによると，Kalckar による1単位は大体10 (S.A.) に相当している。

文　　献

1) Schmidt, G. (1928). *Z. Physiol. Chem.* 179, 243.
2) Kalckar, H. M. (1947). *J. Biol. Chem.* 167, 461.
3) Nikiforuk, G. & Colowick, S.P. (1956). *Ibid.* 219, 119.
4) Lee, Y. P. (1957). *Ibid.* 227, 987, 993, 999.
5) Lyubimova, M. N. & Fain, F. S. (1958). *Biokhimiya* 23, 318.
6) 斎藤恒行・新井健一 (1957, 1958). 日水誌 22, 569; *Arch. Biochem. Biophys.* 73, 315.
7) Feigl, F. (1954). *Spot test* vol. II, 310p.
8) 江上不二夫ほか (1953). 標準生化学実験. 106p. 東京；文光堂.
9) 斎藤正行 (1953). 光電比色計による臨床化学検査. 95p. 東京；南山堂.
10) 横井花子 (1956). 生化学 28, 126.
11) 松本重一郎・金光庸俊 (1955). 日水誌 21, 284.

CHEMICAL STUDIES ON MARINE ALGAE

XII. The Free Amino Acids in Several Species of Marine Algae

Mitsuzo TAKAGI and Mitsuo KURIYAMA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Abstract

It may be reasonable to remark that the free amino acids in marine algae represent the greater part of non-protein nitrogeneous material, though in it nitrate nitrogen and organic bases are both found to be contained in small amount. The forms of nitrogen contained in marine algae are characterized to be comparatively rich in non-protein nitrogeneous material. The tasty ingredients in "Asakusanori", *Porphyra tenera* enjoyed with great relish and in *Laminaria japonica* are attributed to free amino acids occurring in that material.

Recently Y. Tsuchiya and Y. Suzuki[1] have proven by means of bioassay that the main constituents of the tasty ingredients in "Asakusanori" are glutamic acid and alanine exsisting freely. C. Ogino[2] using paper chromatography has revealed that glutamic acid, aspartic acid, alanine, cystine and arginine are widely contained in free form in many species of marine algae.

C. B. Coulson[3] has also investigated the free amino acids in nine species of brown and red algae, and reported that glutamic acid, aspartic acid, glycine, alanine, valine, leucine and proline widely occurred; that there was no cystine, serine, threonine, phenylalanine, arginine and lysine present in some species of those algae nor did either tyrosine or histidine occur in any species.

In this study the free amino acids in *Ulva pertusa, Laminaria japonica, Iridaea cornucopiae* and *Porphyra tenera*, assuming tentatively as the representatives of the green, brown and red algae have been determined quantitatively by the technique of ion exchange of Moore and Stein.[4]

Experimental

Methods—Materials were collected at Nanaehama, in the vicinity of Hakodate with the exception of dried materials of *Porphyra* obtained from the open market. After having been collected, the fresh marine algae were washed repeatedly with distilled water, dried at room temperature and at 100°C for thirty minutes in a draft, and then powdered. Free amino acids were extracted by shaking the dried, ground weed with 75 per cent of ethanol for 24 hours, in the proportion of 1 gm. to 100 ml. After this treatment had been repeated three times, the extracts were mixed, concentrated *in vacuo* and filled up to 10 ml.

Total nitrogen and ethanol extract nitrogen were estimated by the micro-Kjeldahl

procedure, amino nitrogen by the VanSlyke procedure.

Free amino acids were determined quantitatively by the technique of ion exchange of Moore and Stein. They were also identified by the ascending technique of one-dimensional paper chromatography.

N-butanol-acetic acid-water (4:2:1) was employed as the solvent.

Results

The time of collection and the forms of nitrogen determined are shown in Table 1.

Table 1. Forms of nitrogen in various algae

Species	Class	Time of collection	Total N in dried material	Ethanolic extract N in dried material	Free amino N in dried material	Ethanolic extract N / Total N	Amino N / Ethanolic extract N
			per cent	*per cent*	*per cent*	*per cent*	*per cent*
U. pertusa	Green	May 8	5.305	0.437	0.206	8.2	47.1
L. japonica	Brown	Apr. 25	1.593	0.185	0.132	11.6	71.3
I. cornucopiae	Red	Apr. 24	3.009	0.589	0.168	19.5	28.5
P. tenera	Red	——	6.664	1.005	0.574	15.1	57.1

According to the results as shown in Table 1, the ethanolic extract nitrogen in *Porphyra* and *Iridaea* accounted for 15 and 20 per cent of the total respectively, being considerably abundant as compared with its value in *Laminaria*.

In *Ulva*, though the total nitrogen was very great, the ethanolic extract nitrogen accounted for 8 per cent of the total, showing the minimum value among these algae determined. A similar fact has been recognized in *Ulva lactuca* by D. G. Smith and E. G. Young[5]. The amino nitrogen in *Porphyra* and *Laminaria* was also found to represent 57 and 71 per cent, respectively, of the ethanolic extract nitrogen. The amino nitrogen in *Iridaea* is much less than that of the above two marine algae, viz. its ratio to the ethanolic extract nitrogen showed only 28 per cent.

In Fig. 1 are illustrated the sections of effluent curves obtained with an aliquot of the ethanolic extract of *Ulva* equivalent to about 50 mg. of amino acid on a column of Dowex 50 resin. The distribution of the nitrogen of the free amino acids in the four species examined is reported in Table 2 as mg. percentage of the dried materials. Table 3 gives nitrogen of the amino acids as percentages of total amino nitrogen in ethanolic extract of these marine algae.

Discussion

According to the results obtained as shown in Table 3, the distribution of the free amino acids in alcoholic extract of four species of marine algae is widely divergent. Namely, the proportion of glutamic acid and alanine in *Iridaea* and *Laminaria* is

Table 2. Free amino acids in various algae
The amino acid are expressed as mg percentages of the dried material.

Amino acid	*Ulva pertusa*	*Laminaria japonica*	*Iridaea cornucopiae*	*Porphyra tenera*
Alanine	85.1	155.7	106.1	942.7
Arginine	181.7	0.0	0.0	56.5
Aspartic acid	133.4	45.8	59.9	817.2
Asparagine	0.0	56.0	51.6	214.4
Citrulline	0.0	0.0	0.0	240.9
Cysteic acid	12.7	7.1	32.9	34.5
Glycine	22.1	8.8	9.5	89.1
Glutamic acid	114.0	353.9	554.9	768.2
Phenylalanine	30.3	0.0	81.2	0.0
Proline	107.1	104.4	0.0	111.8
Serine	102.5	30.7	18.4	40.4
Threonine	65.7	60.9	93.4	154.7
Tryptophan	0.0	0.0	0.0	132.5
Tyrosine	31.2	0.0	13.6	0.0
Valine	0.0	0.0	0.0	0.0
Ammonia	75.6	43.1	17.8	48.3
Total	961.4	866.4	1039.3	3651.2

Table 3. Free amino acids in various algae
The amount of nitrogen of the amino acids is expressed as percentages of total amino nitrogen in alcoholic extract.

Amino acid	*Ulva pertusa*	*Laminaria japonica*	*Iridaea cornucopiae*	*Porphyra tenera*
Alanine	6.5	18.5	9.9	25.8
Arginine	28.3	0.0	0.0	3.2
Aspartic acid	6.8	3.7	3.7	15.0
Asparagine	0.0	9.0	6.5	7.9
Citrulline	0.0	0.0	0.0	10.1
Cysteic acid	0.5	0.5	1.6	0.5
Glycine	2.0	1.2	1.1	2.9
Glutamic acid	5.3	25.5	31.4	12.7
Phenylalanine	1.2	0.0	4.1	0.0
Proline	6.3	9.6	0.0	2.4
Serine	6.6	3.1	1.5	0.9
Threonine	3.7	5.4	6.5	3.2
Tryptophan	0.0	0.0	0.0	1.6
Tyrosine	1.2	0.0	0.6	0.0
Valine	0.0	0.0	0.0	0.0
Ammonia	30.1	26.9	8.7	6.9
Total	98.5	103.4	75.6	93.1

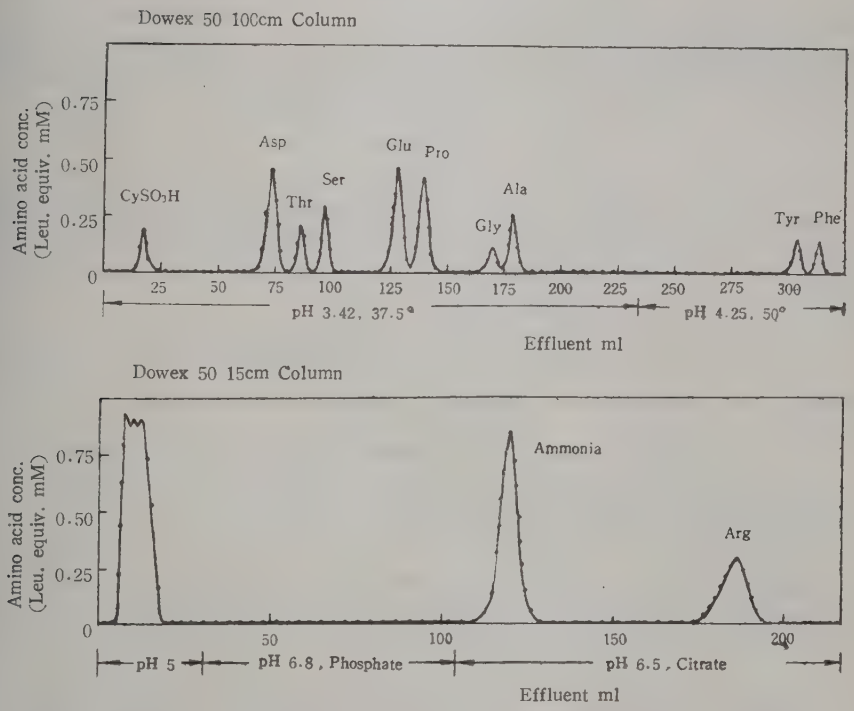


Fig. 1. Section of effluent curves obtained with alcoholic extract of *Ulva Pertusa* on a column of Dowex 50 resin.

remarkably higher than in *Ulva*, showing respectively 41 and 44 per cent of the total amino nitrogen in their alcoholic extracts. This tendency is also recognized in *Porphyra*, though reverse relation between the content of glutamic acid and alanine is observed.

Porphyra and *Ulva* differ from *Laminaria* and *Iridaea*, in the content of aspartic acid which predominates over that of glutamic acid. *Ulva* shows remarkable high content in arginine and serine, but none of asparagine in alcoholic extract. The presence of citrulline has been recognized specifically in alcoholic extract of *Porphyra*. This amino acid had been recognized heretofore in alcoholic extract of *Enteromorpha Linza* by C. Ogino,[2] and in acid hydrolysates of the insoluble material of *Chondrus crispus* by D. G. Smith and E. G. Young.[5] The proline content is high in *Ulva* and *Laminaria*, but this amino acid in *Iridaea* and *Porphyra* appears to be either completely absent or it occurs in only small amounts. The alcoholic extract of marine algae is also remarkable for its appreciable content of the sulfur-containing amino acid cysteic acid.

In the estimation of the free amino acid in *Ulva* and *Laminaria*, ammonia content was found to be markedly higher than that of the other species. This fact seems to be

undesirable for representing the distribution of the free amino acids in alcoholic extract of these two marine algae. It is thus presumed that the content of ammonia should be less than 10 per cent of total amino nitrogen in alcoholic extract, provided the dried materials of these marine algae were prepared rapidly with much more than the usual care.

Summary

The distribution of the free amino acids in 75 per cent alcoholic extract of four species of marine algae: *Ulva*, *Laminaria*, *Iridaea*, and *Porphyra*, has been determined by quantitative chromatography. The composition of the free amino acids in these marine algae was found to differ markedly according to species.

The authors acknowledge with hearty thanks the constant direction and encouragement afforded by Prof. Kiichi Murata throughout the course of this investigation.

Bibliography

1) Tsuchiya, Y. & Suzuki, Y. (1955). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 20, 1092.
2) Ogino, C. (1955). *J. Tokyo Univ. Fish.* 41, 124.
3) Coulson, C. B. (1953). *Chem. & Ind.*, 971.
4) Moore, S. & Stein, W. H. (1951). *J. Biol. Chem.* 192, 663.
5) Smith, D. G.& Young, E. G. (1955). *Ibid.* 217, 845.

イカ食中毒の生化学的研究

第3報　イカ肉アミン類の人血清アセチルコリン•エステラーゼに及ぼす影響

村田喜一・飯田優
（北海道大学水産学部水産食品化学教室）

Biochemical Studies on Squid Meat Food Poisoning

Ⅲ. The effect of amines of squid meat on the activivity of human serum acetylcholinesterase

Kiichi MURATA and Atsushi IIDA

Abstract

In the present work, the authors observed the effect of amines of squid meat on the acetylcholinesterase activity in human serum.

Three fractions of amines: total, volatile and non-volatile, were obtained from squid meat which had been kept at 27°C, and each of these fractions was added into enzymic reaction medium.

The results may be stated briefly as follows:

(1) Though, on each fraction, the inhibition to acetylcholinesterase activity increased in proportion to the content of amines, respective inhibition by volatile and non-volatile fraction was always far smaller than that by total fraction. It is reasonable to consider that the inhibition of acetylcholinesterase activity by the amines of squid meat depends upon co-operative action of volatile and non-volatile amines.

(2) The meat which had been kept at 27°C for 0 and 24 hrs. could be eaten, and the fraction of total amines from such meat samples gave 3.5 and 10 per cent inhibition of acetylcholinesterase activity respectively.

アセチルコリンエステラーゼが人体副交感神経のホルモン，アセチルコリンの代謝に関与することは周知の如くであるが，イカ肉食中毒のうち，一部にその症状が，アセチルコリンの異常蓄積によつて起こる症状と似ていることから，岩本氏ら[1]はスルメイカエキスが，アセチルコリンエステラーゼ阻害度の強いこと，特にトリメチルアミンの分離を行いその増加量とアセチルコリンエステラーゼ阻害度とが相対的に増加することから，イカエキス中のトリメチールアミンが人血清アセチルコリンエステラーゼ阻害作用を持つものであると述べている。

他方，宮木・林氏ら[2]は中毒性サンマ桜干しの中毒原因として，ヒスタミンの他にアルカイン，アグマチン，メチールグアニヂンの3種を挙げているが，これら3種のアミンは，さきに著者ら[3][4]の行つた実験で，イカ肉から生成されることを同定確認しているものであり，又トリメチールアミンの増量と共にその量的増加もまた，ペーパークロマトグラフによつて認められたのである。

以上により，スルメイカエキス部のアセチルコリンエステラーゼ阻害度が，トリメチールアミンによるものか，又はエキス中のトリメチールアミン以外のものもこれに与るものか，又は宮木氏らの如く各種アミン類の協働的な作用によつて惹起せられるために，血清コリンエステラーゼに影響を持つものか，これらの関係を知らんとした。即ち宮本氏らが検体として取扱つたイカエキス部を，更に宮木氏等のアルミナ・クロマト法により分割し，先ずトリメチールアミン含有区と，非含有区に分け，両者のコリンエステラーゼに及ぼ

す影響を求めるため，一定温度に貯蔵したスルメイカ筋肉から，アミン類を分離し更にこれを揮発性アミン類，不揮発性アミン類に分劃し，これらの窒素量と人血清アセチルコリンエステラーゼに及ぼす影響との関係を検討したものである。

実 験 方 法

1. 試料

供試材料はスルメイカの外套部筋肉を用いた。先ず表皮を剝離したのち短冊形に切つて，滅菌シャーレに入れ，27°C の恒温器に貯蔵し，直後，24時間，48時間並びに72時間経過後のものについて，必要量を採取試験に供した。

2. アミン類の分離と分別

第2報[1]記載の方法に準拠した。即ち筋肉は刻細して10g を採取し，20%トリクロール醋酸をもつて抽出した。

全アミン区……抽出液は予め pH 5.0に調製した，Amberlite IRC-50，100～120mesh，径 1 cm，高さ15cm のカラムを通過せしめ，吸着部を 2 N HCl で溶出し水洗する。溶出液及び洗液を合して湯浴上で蒸発乾固を繰り返し，遊離塩酸を除去したのち，水を加えて50ccとする。

揮発性アミン区……前段全アミン区にて調製し得た液の20cc を採り，これに水を加えて適当に稀釈した後 1 N NaOHでpH 9～10として水蒸氣蒸溜を行い，溜分を稀塩酸に捕集する。捕集液は前と同様にして遊離塩酸を除去し，水を加えて20ccとする。

不揮発性アミン区……前段水溜残液を濃縮した後，これを稀塩酸を以て中和し，水を加えて全量を20ccとする。

以上の分別法による，各アミン類の再現率は，第1表に示すとおりである。しかして全アミン区，不揮発性アミン区にはNaClの混在することを認めた。

3. 窒素の定量

各アミン区分のアミン量はNmg%で表わした。尚全アミン区の全窒素量は，その硫酸分解液について，又揮発性窒素量は，未分解液について定量したので，特に不揮発性窒素量を定量することなしに，両者の差を不揮発性窒素量として示した。

Table 1. Changes in the amount of amines of squid meat

Time elasped (hrs.) / Fraction of amines		0	24	48	72
Total	(N mg%)	49.22	96.88	349.20	429.56
volatile	(〃)	21.52	32.03	272.23	348.15
non-volatile	(〃)	27.70	64.85	76.97	81.41
Volatile	(N mg%)	21.38	31.64	263.66	322.35
Recovery	(%)	99.35	98.78	96.85	92.59
Non-volatile	(N mg%)	27.70	64.83	76.94	81.37
Recovery	(%)	100	99.97	99.96	99.95

Recovery …… N mg% of volatile and non-volatile fraction was reduced with them respectively in total fraction.

4. 各アミン区溶液の人血清アセチルコリン・エステラーゼに対する阻害作用の測定

アセチルコリン，アセチルコリンエステラーゼの反応系の上で得た，各アミン区分溶液を添加して，酵素活性の変化を見た。酵素活性の測定は岩本氏[1]らの方法を一部改修して行つたもので，第1図はその概要を示したものである。

+ 2cc of M/5 phosphate buffer at pH 7.4
+ 1cc of 0.02M acetylcholine chloride
+ 0.5cc of acquor solution of inhibitory materials
+ 0.5cc of human serum …… 0.1cc original serum was diluted to 0.5cc with aquor before using

↓ incubated at 37°C for 1 hr.

+ 1cc of 3.5M NaOH
+ 1cc of 2M hydroxylamine hydroxide

↓ kept at room temp. after shaking

+ 1cc of 12% HCl
+ 1cc of 0.37M ferric chloride
↓ Optical density was measured with AKA type electro-photometer at 530mμ

Fig. 1 Determiminating method of the activity and inhibity of human serum acetylcholineterase in the presence of some inhibitory materials

基質にはアセチルコリンクロライド，酵素液は健康女子の血液 100cc より遠心分離した血清を用いた。而して本血清のアセチルコリンエステラーゼ活性は 83.1±0.3% であり，これを水を加えて5倍容に稀釈して使用した。アミン類溶液の供試量は0.5ccで，筋肉0.1gに相当する。

反応液の比色定量はAKA 型光電比色計を用い，セル 5 mm，波長530mμに於ける吸光値を読み，各シリーズの吸光値を

A……血清を添加しないもの

B_0……供試液を添加しないもの

B_n……血清，アセチルコリン及び供試液を添加したもの，とした。

又全アミン区と不揮発性アミン区の溶液は混溶している NaCl が酵素活性を阻害するので，これを控除する操作を行つた。即ち NaCl 0～4.0% の各溶液を供試液として第1図の方法に準じて吸光値を求め，食塩溶液を加えたものの吸光性を C_m，加えざるものの吸光値を C_0 とし，$C_m - C_0 = C_n$ と食塩濃度との関係を求めて第2図に示すが如き結果を得た。

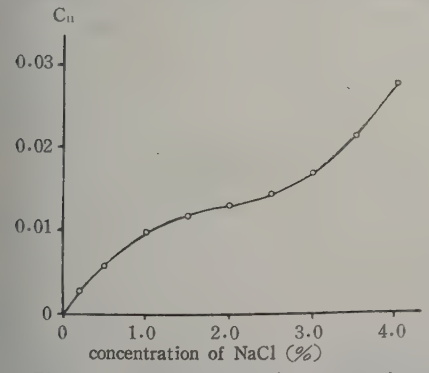


Fig. 2. Relation between the concentration of NaCl and the defference of optical density $C_m - C_0$ ($=C_n$)

一方溶液中の塩素量をMohr法で滴定，食塩濃度を知り，第2図から C_n を求めた。これらの吸光値を用いて酵素活性と活性阻害度を次の如くにして示したが，これらはアミン類溶液0.5cc存在下の血清0.1cc当りの値を求めたことになるのである。

アセチルコリンエステラーゼ活性度＝

$$100 \times \frac{A-(B_n-C_n)}{A}(\%)$$

アセチルコリンエステラーゼ活性阻害度＝

$$100 \times \left\{1-\frac{A-(B_n-B_0-C_n)}{A}\right\}(\%)$$

試験結果及び考察

第2表はその成績を示したもので，前記の条件でイカ肉を処理すると，24時間経過後には多少アンモニア臭を放つが，イカ独自の臭いが勝り，食用に供して何等の支障ないが，48時間経過により，アンモニア臭強く，辛じて加熱することにより食用に供し得ると云う程度で普通一般の食品としては不適当であり，72時間経過後のものは，アミン臭強く，外観も悪く食用の対象にはなり得ないものとなつていた。随つて24時間処理の筋肉が普通の正常なる食品として考え得られる限界であろう。

Table 2. The activity* and inhibition* of acetylcholinesterase of human serum† in the presence of amines of spuid meat

	Fraction of amines	Time elasped (hrs.) 0	24	48	72
Acetylchollnesterase activity (%) in the presence of	total	79.50	73.04	60.00	43.41
	volatile	82.83	83.07	79.39	76.95
	non-vlatile	82.00	79.00	75.69	71.56
Inhibition (%) of acetylcholinesterase by	total	3.48	10.43	23.02	39.45
	volatile	0.15	0.30	3.58	6.08
	non-volatile	1.29	4.30	7.41	11.26
Inhibition (%) of acetylcholinesterase per 1 mg% nitrogen of	total	0.07	0.11	0.07	0.09
	volatile	0.00	0.00	0.01	0.02
	non-volatile	0.05	0.07	0.10	0.14

※……Activity and inhibition was exhibited on 0.1cc human serum in the presence of 0.5cc solution of amines.

†……This serum gave 83.1±0.3% acetylcholinesterase activity.

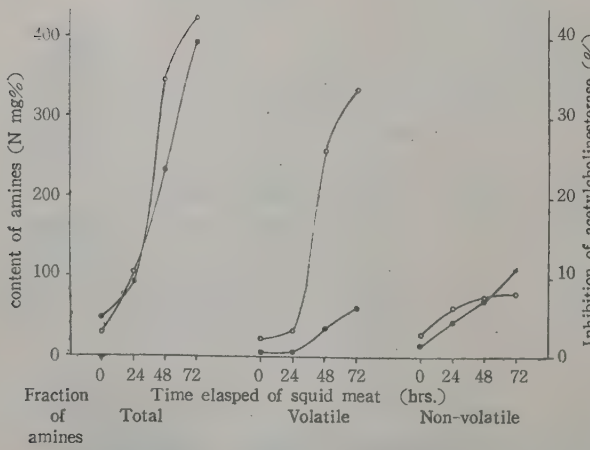


Fig. 3. The relation between the nitrogen content in three fractions of amines and the inhibition of acetylcholinesterase by these each fraction

○……nitrogen content ●……inhibition

尚本実験のアミン類の分別法は，揮発性区分の再現率は窒素量が多くなると幾分低下の傾向を持ち，例えば21.38mg%～31.64 mg%の場合は99.35～98.76%であつたが，263.66～322.35mg% においては96.85～92.5%を示すが如くであつたが，不揮発性区分の再現率は極めて良好で，窒素量の増大によつても殆んど変化を見なかつた。

第3図は各区分のアミン窒素量とアセチルコリンエステラーゼ活性度及び阻害度との関係を示したもので即ち各アミラン区分は窒素量が増加すると，エステラーゼ活性に対する阻害度も増加するが，全

アミン区分の阻害度は他の2区分の各阻害度より常に大きく且つそれら2区分の阻害度の積算値よりも大である。また揮発性区分アミン類と不揮発性区分アミン類の阻害度は，分別時の再現率を考慮に入れても尚幾分不揮発性区分高く，尚窒素1mg%当りの阻害度も不揮発性区分アミン類に於いて大である。以上より人血清コリンエステラーゼに及ぼすイカ肉アミン類の阻害作用は，揮発性区分或いは不揮発性区分のアミンの何れかが特に作用を持つものと断定し得ないもので寧ろ両区分アミン類の協働作用によつて生起せられるものと考えるのが妥当であろう。

要　　約

イカ肉を一定温度（27°C）に保存中に於けるアミンの生成と，これら全アミン類，揮発性アミン類，不揮発性アミン類の3区分のアミン類含有量と，人血清アセチルコリンエステラーゼ活性に対する影響との関係について試験を行い次の結果を得た。

1. 各アミン区分に於いては，イカ肉の処理時間の経過と共に，窒素量も，コリンエステラーゼ活性に対する阻害度も共に増加したが，全アミン区に於ける阻害度は，揮発性アミン区，不揮発性アミン区に於けるものより常に大であり，且つこれら二者の積算値より大きい。即ちコリンエステラーゼ活性に対するイカ肉アミン類の阻害作用は，或る特定のアミンに依るもの，例えばトリメチールアミンに原因しているが如きと断定するよりは寧ろ各アミンの協働作用によるものと考えるのが妥当である。

2. 前段の条件でイカ肉を処理したものは，24時間経過後に至るまで普通一般の正常なる食品として供し得るものであつたが，これらの筋肉より分離した全アミン類区分0.5cc（筋肉0.1g相当）は0.1ccの血清に対し，そのアセチルコリンエステラーゼ活性を，3.5%の阻害度から24時間の経過によつて10%に及ぶ阻害度に増進している。随つてイカ肉を摂取した場合，経過時間と共にその生成アミン類が次第に血清アセチルコリンエステラーゼ活性を阻害して行く可能性も考え得られる。

文　　献

1) 岩本多喜男・安藤芳明・井上勝広（1956）．薬学会誌 76，783．
2) 宮本高明・林誠（1954）．千葉腐敗研究所報告 6，90．
3) 村田喜一・大石圭一・飯田優（1957）．北大水産学部研究彙報 8，74．
4) ――・――・――（1957）．同　　誌 8，81．

STUDIES ON THE MELOBESIOIDEAE OF JAPAN. I

Jun TOKIDA and Tomitarô MASAKI
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

The current knowledge on the morphology and taxonomy of the recent Melobesioideae of Japan owes much to Yendo's annotated list of species which he contributed to Okamura's Enumeration of the Japanese Algae, 2nd. ed., (1916). This list has been published again in Okamura's Marine Algal Flora of Japan (1936), after having been revised by Yamada. Recently, Segawa (1956) has published a number of beautiful photographs showing the habits of some of the Japanese crustaceous corallines which he had investigated for many years, in Plate 40 of his Coloured Illustrations of the Seaweeds of Japan.

In the course of some research on the organisms growing on some economic marine algae, the writers have lately been interested in the study of the crustaceous corallines, and have launched a scheme of preparing illustrations on the habits and anatomical structures of as many Japanese species as possible.

In this first part of the writers' work under the present topic are reported their observations on a common epiphytic species collected in Hokkaido.

1. **Dermatolithon tumidulum** (FOSLIE) FOSLIE

Plates I-IV

Foslie, 1909, p. 58. Segawa, 1956, p. 71, pl. 40, fig. 315 (habit photo.).

Syn. Lithophyllum tumidulum FOSLIE, 1901, p. 5; 1929, p. 38, pl. 72, fig. 13 (habit photo.). Yendo, 1902, p. 188; 1916, *in* Okamura, 1916, p. 129; 1936, *in* Okamura, 1936, p. 512. *Lithophyllum* (*Dermatolithon*) *tumidulum* FOSLIE, 1904, p. 8; 1909, p. 50.

Japanese name: Norimaki (Yendo)

Habit and distribution in literature. - Epiphytic on *Gelidium, Ahnfeltia paradoxa,* and other algae. Pacific coast of middle Honshû, Japan.

Specimens collected. - Shirikishinai, near Hakodate, on *Gelidium Amansii*, 15 Sept., 1956, Tokida and Masaki; 1 Oct., 1958, Imashima. Tachimachi-misaki, Hakodate, on *Laurencia glandulifera*, 3 May, 1958, Masaki. Yamasedomari, Hakodate, on *Carpopeltis affinis*, 17 June, 1958, Yakushi. Zenikamezawa, near Hakodate, on *Rhodomela Larix*, 20 June, 1958, Masaki.

The following description is based on the specimens growing on *Gelidium* and *Laurencia*.

Thallus epiphytic on various red algae, firmly adherent to host, encircling its stem partly or completely, 0.2-2 cm. in maximum diam., surface smooth but having ridges here and there, dark purple red, adjacent thalli sometimes overgrowing one another, monostromatic at margins when young, polystromatic throughout when matured, to 200-800 μ thick and

composed of 10-30 layers of cells at the portion bearing conceptacles; hypothallium monostromatic, cells obliquely elongated and sometimes bow-shaped, pallisade-like in arrangement, 12-30 μ long, (5-)7-12 μ diam., showing no marked difference in length in one and the same individual; perithallium polystromatic, cells 15-40 (-54) μ long, (5-)7-12 μ diam., the uppermost pigmented cells 15-30 μ long, 7-12 μ diam.; cover-cells or cells of epithallium cut off by an oblique wall from hypothallium cells toward the periphery of thallus at the marginal portion of a young thallus, triangular in section, later flattened periclinally, each cell covering an underlying perithallium cell; secondary pits present between each two vertical cell rows, but coalescence of cells absent; sporangial conceptacles immersed, but fully matured ones sometimes slightly convex, (164-)190-250(-295) μ diam., 100-150(-170) μ high, tetrasporangia 45-85 μ long, 15-50 μ wide,[1] 5-9 sporangia standing on the periphery of floor of each conceptacle, central part of conceptacle floor slightly upheaved and crowned with a number of hairy cells surrounded by mucilagenous substance which can be stained deeply with anilin blue; sexual plant monoecious; female conceptacles usually immersed immediately below the thallus surface, opening by a pore, but in the specimens growing on *Laurencia* conceptacles sometimes embedded deeply in the tissue without openings, nearly flat on surface, mature conceptacles just before fertilization 105-126 μ diam., to ca. 63 μ high, procarps on the central part of conceptacle floor fully developed while those in the periphery generally undeveloped; cystocarpic conceptacles 150-260 μ diam., 105-130 μ high, nearly flat on surface, provided with elongated cells or "papillae"[2] on the inner wall of pore, carpospores arising from periphery of floor; antheridial conceptacles slightly convex, 85-1051-1 (147) μ diam., 42-63 μ high, immersed immediately below the thallus surface, opening by a narrow pore and in some cases provided with a spout, but in the specimens growing on *Gelidium* conceptacles sometimes embedded deeply in the tissue without openings, spermatangia small, numerous, narrowly cylindrical in shape, ca. 7 μ long, ca. 2 μ diam., while attached to their mother cells, but ellipsoidal to globular when detached and set free in the conceptacle cavity, never produced at the end of long "sterigmata" although so described in *Lithophyllum Corallinae* (CROUAN) HEYDRICH by Rosenvinge (1917, p. 267, fig. 189).

In the present species, the tetrasporangial conceptacles have been described by Foslie (1901; 1909) and by Yendo (*in* Okamura, 1916; 1936), but cystocarpic and antheridial ones have not been reported by anyone. The writers were fortunate enough to discover them in their specimens as described above and could trace the development of the sexul reproductive organs. The results obtained coincide fairly well with those reported in other species of *Dermatolithon* by Nichols (1909), Rosenvinge (1917), and Suneson (1943).

1) Foslie (1909, p. 50) gave 50-60 μ long, 20-30 μ wide for the dimensions of tetrasporangia in his description.

2) *Cf.* Rosenvinge, 1917, p. 251, fig. 171, A, C.

Summary

Dermatolithon tumidulum (FOSL.) FOSL., which has previously known from the Pacific coast of middle Honshû, Japan, is here reported to occur in the southern part of Hokkaido; descriptions and illustrations of both tetrasporangial and sexual, monoecious, plants are given in this paper.

Literature

Foslie, M. (1901). New Melobesieae. *K. Norske Vidensk. Selsk. Skr.* 1900 (6), 1-24.

———— (1904). Algologiske Notiser. *Ibid.* 1904 (2), 1-9.

———— (1909). Algologiske Notiser VI. *Ibid.* 1909 (2), 1-63.

Nichols, M. B. (1909). Contributions to the knowledge of the California species of crustaceous corallines. II. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 3 (6), 349-370, Pls. 10-13.

Okamura, K. (1916). *Enumeration of the Japanese Algae.* Ed. 2. 362pp. Tokyo. (In Japanese).

———— (1936). *Marine Algal Flora of Japan.* 964 pp. Tokyo. (In Japanese).

Rosenvinge, L. K. (1917). The marine algae of Denmark. Contributions to their natural history. Part II. Rhodophyceae II. (Cryptonemiales). *K. Danske Vidensk. Selsk. Skr., ser.* 7, *Naturv. Marth.* 7 (2), 155-283, Figs. 74-201, Pls. 3-4.

Segawa, S. (1956). *Coloured Illustrations of the Seaweeds of Japan.* 175 pp., 72 Pls. Osaka. (In Japanese).

Suneson, S. (1943). The structure, life-history and taxonomy of the Swedish Corallinaceae. *Lunds Univ. Arsskr. N. F., Avd.* 2, 39 (9), 1-66, Figs. 1-26, Pls. 1-9.

Yendo, K. (1902). Enumeration of Corallinaceous algae hitherto known from Japan. *Bot. Mag., Tokyo* 16 (179), 185-196.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

Dermatolithon tumidulum (Foslie) Foslie

Fig. 1. Habit of plant growing on the lower portion of a specimen of *Gelidium Amansii* from Shirikishinai, Kameda-gun, Prov. Oshima, Hokkaido, (1 Oct., 1958, K. Imashima). ×1.2

Fig. 2. Enlargement of a portion of specimen. ×2.5

Fig. 3. Detail of thallus surface. ×10

1

2

3

J. TOKIDA & T. MASAKI : Studies on the Melobesioideae of Japan. I

PLATE II

Dermatolithon tumidulum (Foslie) Foslie

Photomicrographs of microtome stained sections of fertile specimens growing on *Gelidium Amansii* from Shirikishinai, Kameda-gun, Prov. Oshima, Hokkaido, (15 Sept., 1956, T. Masaki), except Fig. 6 which shows a section of the specimen growing on *Laurencia glandulifera* from Tachimachi-misaki, Hakodate, (3 May, 1958, T. Masaki).

Fig. 1. Cross section through a tetrasporic thallus covering a branch of the host, showing mature conceptacles just below the thallus surface and empty old conceptacles embedded in the thallus tissue. ×72

Fig. 2. Vertical section through a mature antheridial conceptacle provided with a spout. ×260

Fig. 3. Vertical section through a tetrasporangial conceptacle; this is the same section as shown in Pl. III, Fig. 5. ×260

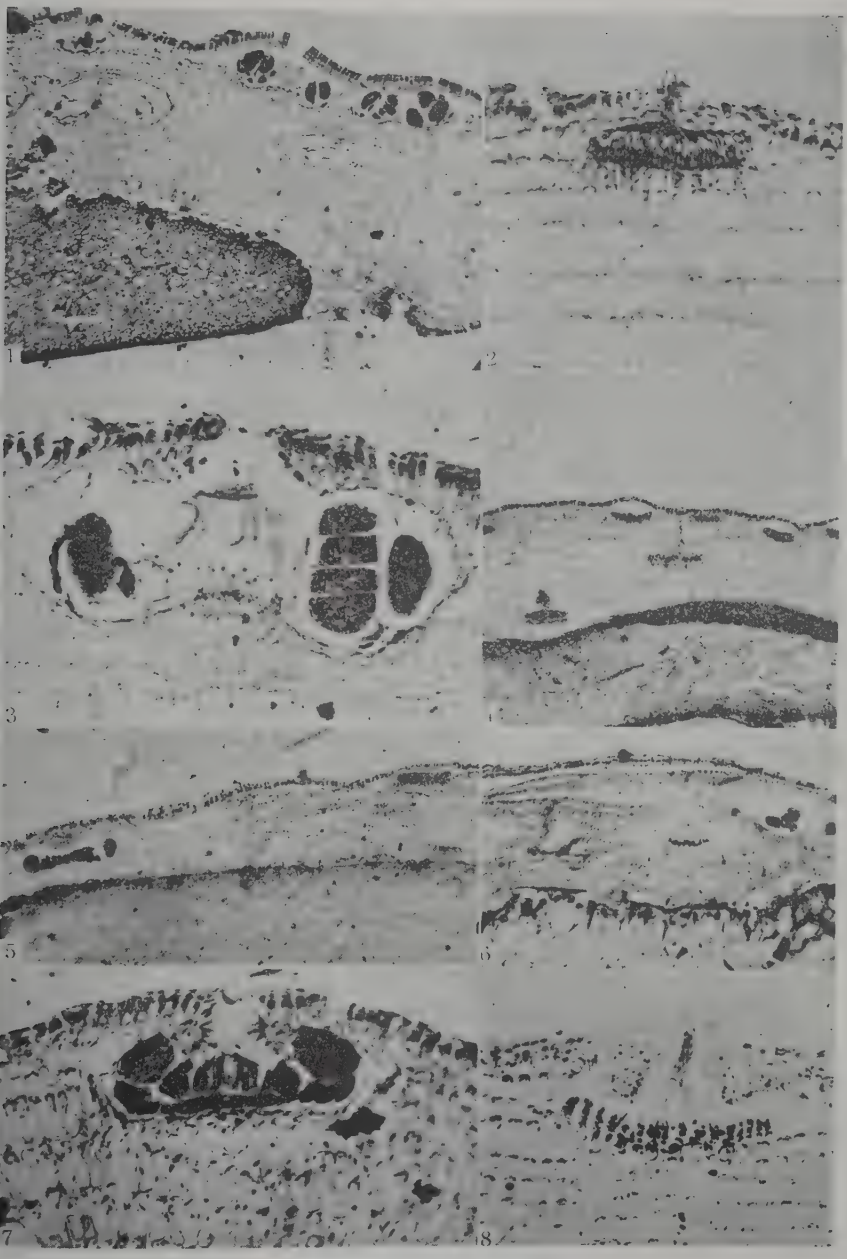
Fig. 4. Vertical section through thallus bearing antheridial conceptacles, showing two conceptacles deeply embedded. ×72

Fig. 5. Vertical section through thallus portion bearing both cystocarpic and antheridial conceptacles. ×72

Fig. 6. Vertical section through thallus bearing female conceptacles, showing one procarpic conceptacle deeply embedded. ×72

Fig. 7. Vertical section through a cystocarpic conceptacle; this is the same section as shown in Pl. IV, Fig. 2. ×260

Fig. 8. Vertical section through a procarpic conceptacle; this is the same section as shown in Pl. IV, Fig. 1. ×260



J. TOKIDA & T. MASAKI : Studies on the Melobesioideae of Japan. I

PLATE III

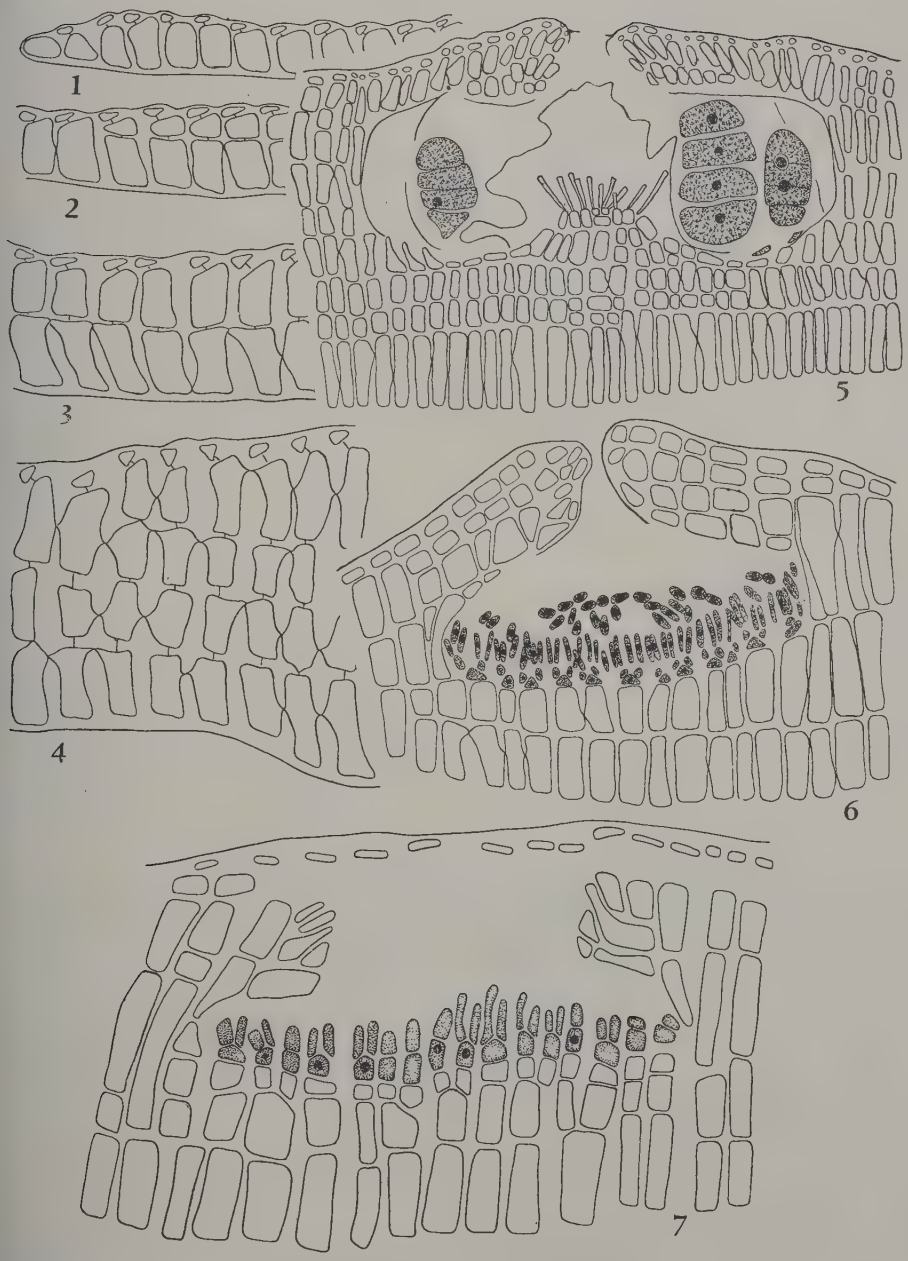
Dermatolithon tumidulum (FOSLIE) FOSLIE

Figs. 1-4. Vertical section through young frond showing various portions from monostromatic border (Fig. 1) to di- (Figs. 2 & 3) and poly-stromatic (Fig. 4) inner portions. ×650

Fig. 5. Vertical section through mature tetrasporangial conceptacle. (*Cf.* Pl. II, Fig. 3). ×275

Fig. 6. Vertical section through antheridial conceptacle. ×650

Fig. 7. Vertical section through young female conceptacle. This figure was drawn with a specimen growing on *Laurencia* while other figures were all drawn with that on *Gelidium*. ×650



J. TOKIDA & T. MASAKI : Studies on the Melobesioideae of Japan. I

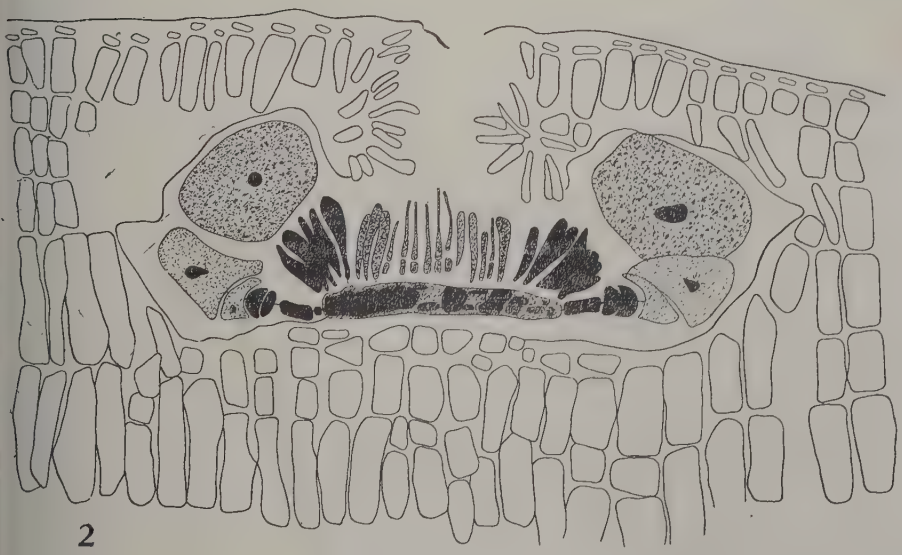
PLATE IV

Dermatolithon tumidulum (FOSLIE) FOSLIE

Fig. 1. Vertical section through procarpic conceptacle. (*Cf.* Pl. II, Fig. 8). ×600

Fig. 2. Vertical section through cystocarpic conceptacle. (*Cf.* Pl. II, Fig. 7). ×550

1



2

J. TOKIDA & T. MASAKI : Studies on the Melobesioideae of Japan. I

STUDIES ON THE REPRODUCTIVE ORGANS OF RED ALGAE

III. On the Structure and Development of Female Organs in *Schizymenia Dubyi*, *Gymnogongrus flabelliformis* and *Rhodymenia pertusa*

Jun TOKIDA and Tomitarô MASAKI
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Schizymenia Dubyi (CHAUV.) J. AG.

The reproductive organs of the Japanese red alga which has been referred to this species have already been observed by Okamura (1933) who gave illustrations of tetrasporangia scattered in the frond cortex, a four-celled carpogonial branch and a gonimoblast in its early stage of development.

The writers collected fertile female specimens of this alga in Oshoro Bay, Hokkaido, on July 22, 1958, and could trace to some extent the development of the cystocarp as described below.

The carpogonial branch is formed on an inner cell of the cortex; it is usually composed of three cells, but rarely four, though Okamura (1933) described and figured four-celled ones only. The supporting cell and its neighbouring few cells are larger than other cortical cells and are so rich in protoplasm before fertilization that they are well stained with cotton blue and make an investigator's search for a carpogonial branch in a section rather easy even under low magnification.

The auxiliary cell, rich in protoplasm, is an intercalary cell of a cortical cell-branch situated apart from that bearing a carpogonial branch; thus a procarp is not formed. Carpogonial branches and auxiliary cells are found occurring in a fertile tissue fairly abundantly.

After fertilization, the first gonimoblast cell is cutt off from the auxiliary cell outwardly, and the cortical cells in the neighbourhood of the auxiliary cell become rich in protoplasm. A mature gonimoblast consists of several gonimolobes, and all of the gonimoblast cells develop into carposporangia.

The cystocarp is embedded in the frond tissue beneath the cortex, with no special surrounding tissue, at maturity sometimes occupying the medulla and very slightly upheaving one or both surfaces of the frond. The carpospores are liberated from an aperture formed through the cortical tissue just above the cystocarp. No antheridium has yet been observed in the present alga, though it has been observed by Kylin (1930) in his *Schizymenia pacifica*.

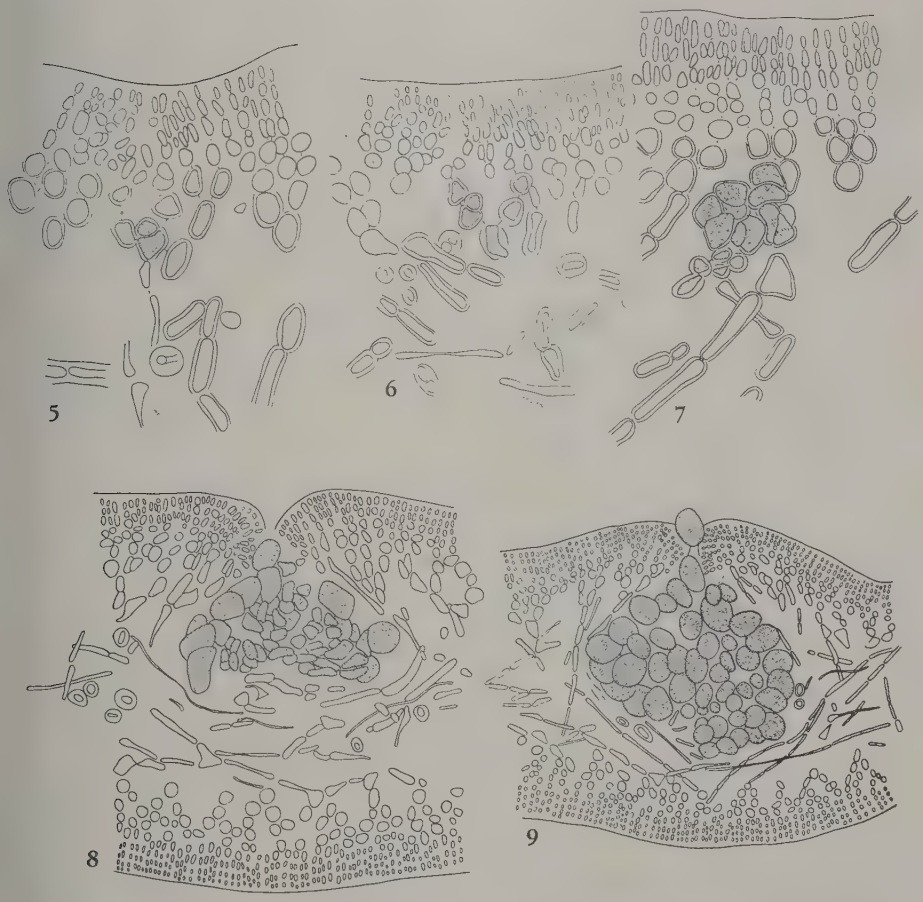
Incidentally, it may be worth mentioning that the gland cells scattered in the superficial tissue of the present alga do not show the protein reaction when treated with Millon's reagent or potassium iodide iodine solution as do the gland cells of *Turnerella*

Figs. 1-4. *Schizymenia Dubyi* (CHAUV.) J. AG.: 1, section of thallus showing three gland cells; 2, section through fertile part of female thallus showing a three-celled carpogonial branch; 3, four-celled carpogonial branch; 4, auxiliary cell. - Figs. 1, 3 ×440; Figs. 2, 4 ×800

Mertensiana (POST.et RUPR.) SCHM. or the giant cells in the inner tissue of *Cirrulicarpus Gmelini* (GRUN.) TOKIDA et MASAKI. (*Cf.* Tokida and Masaki, 1956, 1957).

Gymnogongrus flabelliformis HARV.

The present species has been known to bear at maturity two to four cystocarps arranged in one row on the terminal and subterminal segments of the frond. Antheridia and tetrasporangia have not been observed to date in this species. A corss section of the



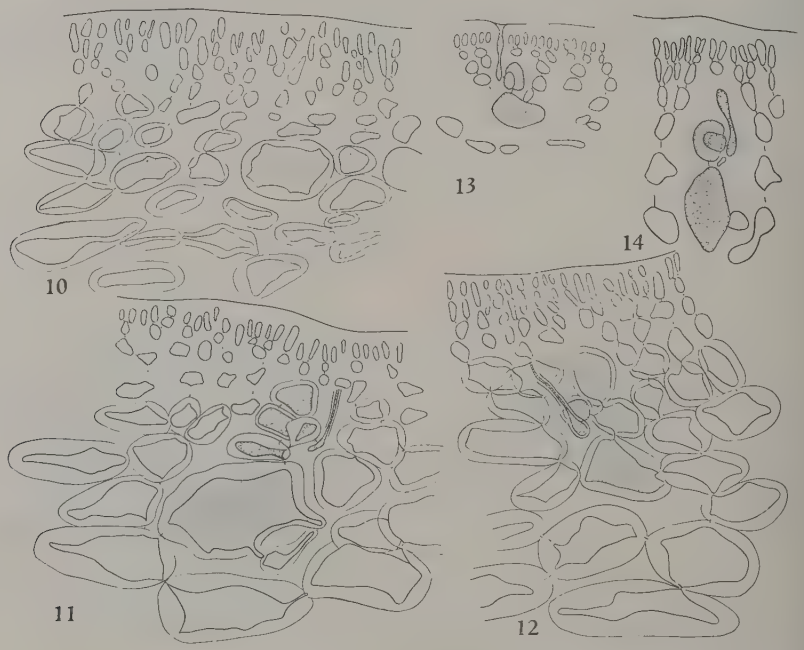
Figs. 5-9. *Schizymenia Dubyi* (Chauv.) J. Ag. : 5 and 6, the first gonimoblast cell cut off by the auxiliary cell; 7, early stage in development of gonimoblast; 8, section through young cystocarp; 9, section through mature cystocarp. – Figs. 5, 7 ×433; Fig. 6 ×366; Figs. 8, 9 ×266

mature cystocarp has been illustrated by Okamura (1921, 1936), but no one has ever described its development so far as the writers are aware.

The writers were able to make observations on the development of the female reproductive organ as described below using the specimens collected at Tachimachi-misaki, Hakodate, on October 1, 1956.

Carpogonial branches are three-celled. They are formed outwardly from one of the inner cortical cells which had become large and rich in protoplasm. Textfigures 11

and 12 show clearly that the carpogonium is inserted laterally on the second cell of the branch as pointed out by Rosenvinge (1931, p. 519–520) in *Phyllophora membranifolia*; he stated that its carpogonium reminds one of that of *Iridaea cordata*. Similar feature was also observed by the present writers in *Rhodoglossum pulchrum* and *Chondrus ocellatus* f. *crispus* (Textfigs. 13 and 14). This type of carpogonial branch may be a

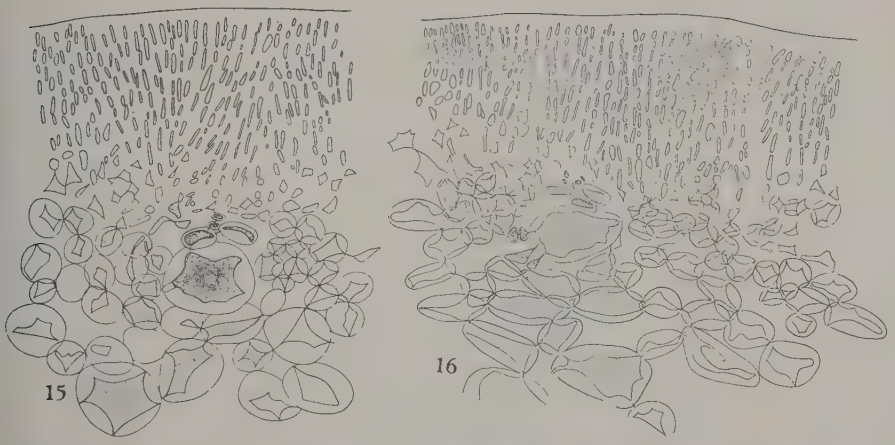


Figs. 10-12. *Gymnogongrus flabelliformis* Harv.: 10, section of thallus showing two supporting cells, one of which has cut off a two-celled inititial of carpogonial branch; 11, supporting cell bearing three-celled carpogonial branch, the first cell of which bears a sterile branch of two cells filled with contents; 12, showing a sterile cell on the first cell of three-celled carpogonial branch. Fig. 13. *Rhodoglossum pulchrum* (Kütz.) Setch. et Gardn.: section of thallus showing procarp. Fig. 14. *Chondrus ocellatus* Holm. f. *crispus* Okam.: section of thallus showing procarp. – Figs. 10, 11, 12, 14 ×433; Fig. 13 ×366

characteristic of the Gigartinales. As shown in Textfigures 11 and 12, one or two sterile cells with dense contents are cut off already before fertilization from the first cell of the carpogonial branch. Such sterile cells or cell branches also occur in *Phyllophora membranifolia*. In that species, the first cell of a carpogonial branch gives rise to one or two sterile cells, and the supporting cell of the auxiliary cell gives rise to one sterile

cell branch.

The supporting cell of the carpogonial branch functions as the auxiliary cell, so the procarp is formed in the present species as in the typical members of the Gigartinales. After fertilization the auxiliary cell gives rise laterally and inwardly to several protrusions from which the gonimoblast cells are cut off. At this stage, the procarp is surrounded by vegetative cells filled with contents and the cortex above the procarp is remarkably thickened by cell divisions. Textfigure 15 shows a female organ at an early post-fertilization stage, and Textfigures 16 and 17 those at more advanced stages in which



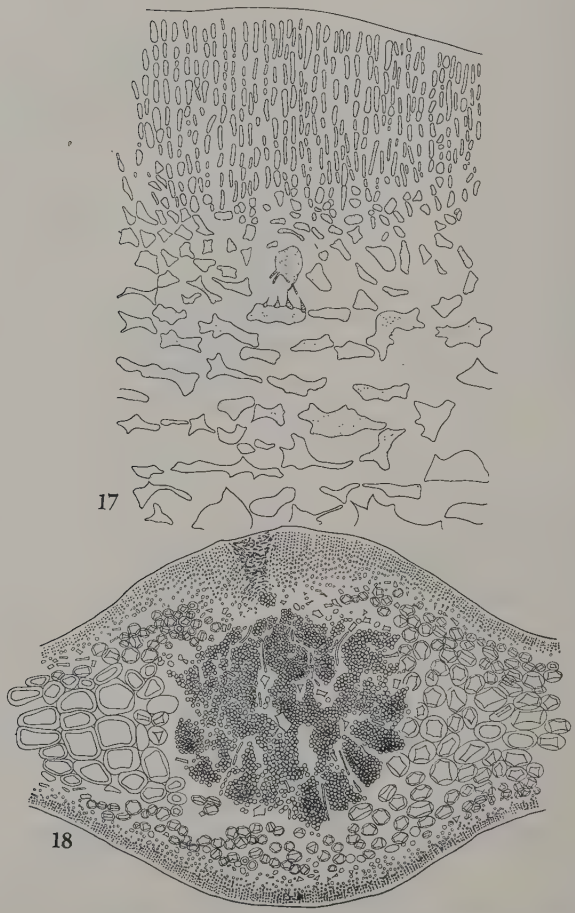
Figs. 15-16. *Gymnogongrus flabelliformis* HARV.; 15, section through procarp just after fertilization, showing its neighboring cells and early stage in development of pericarp: 16, primary gonimoblast cells cut off by auxiliary cell or supporting cell of carpogonial branch. – Figs. 15, 16 ×266

gonimoblast cells are already formed. All the gonimoblast cells develop into carposporangia. The cystocarp is embedded in the frond tissue, with no special surrounding tissue, occupying the medulla and slightly upheaving usually one surface of the frond but sometimes both surfaces. The thickened superficial cell layers function as the pericarp which has an aperture at its center. The aperture is formed by the collapse of the tissue and serves as a passage for the liberation of carpospores (Textfig. 18). Okamura's figures (1921, pl. 182, figs. 13, 14) show a slit-like carpostome on both surfaces of a cystocarp.

As described above, the structure and development of the female reproductive organ in *Gymnogongrus flabelliformis* coincide well with those hitherto reported in other related genera, showing the characteristics of the Phyllophoraceae. (*Cf.* Kylin, 1932, p. 68).

Rhodymenia pertusa (POST. et RUPR.) J. AG.

The structure and development of the female organ in this species have been studied n detail by Sjöstedt (1926) with material from California. His observations were con-



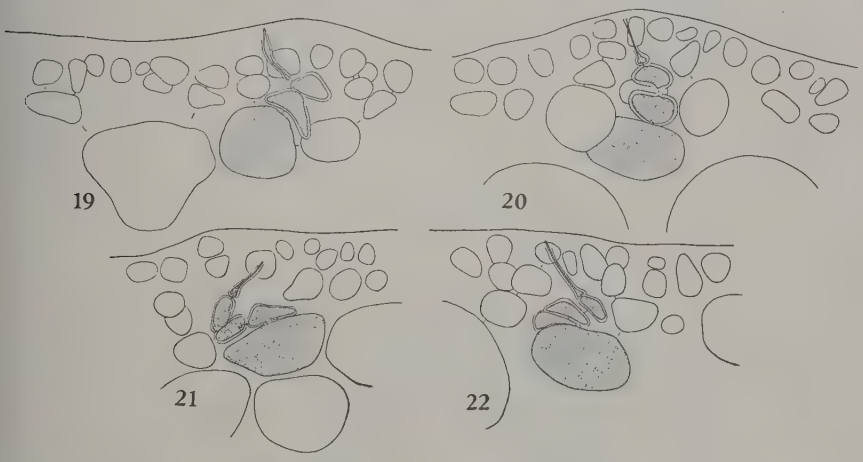
Figs. 17–18. *Gymnogongrus flabelliformis* HARV.: 17, early stage in development of gonimoblast and its neighboring vegetative cells filled with protoplasm; 18, section through a nearly matured cystocarp showing carpostome in the process of formation. – Fig. 17 ×270; Fig. 18. ×70

firmed by Kylin (1930) with material from Friday Harbor. Recently Sparling (1957) reported her observation on the carpogonial branch of *Rhodymenia pertusa* made with materials from Puget Sound, Esquimalt and Robben Island, stating that the carpogonial branch consists of four distinct units instead of being composed of only three cells as described by Sjöstedt and Kylin. However, she has left for future study the question whether the fourth unit is a trichogyne separated from the carpogonium or whether it is

no other than the carpogonium itself.

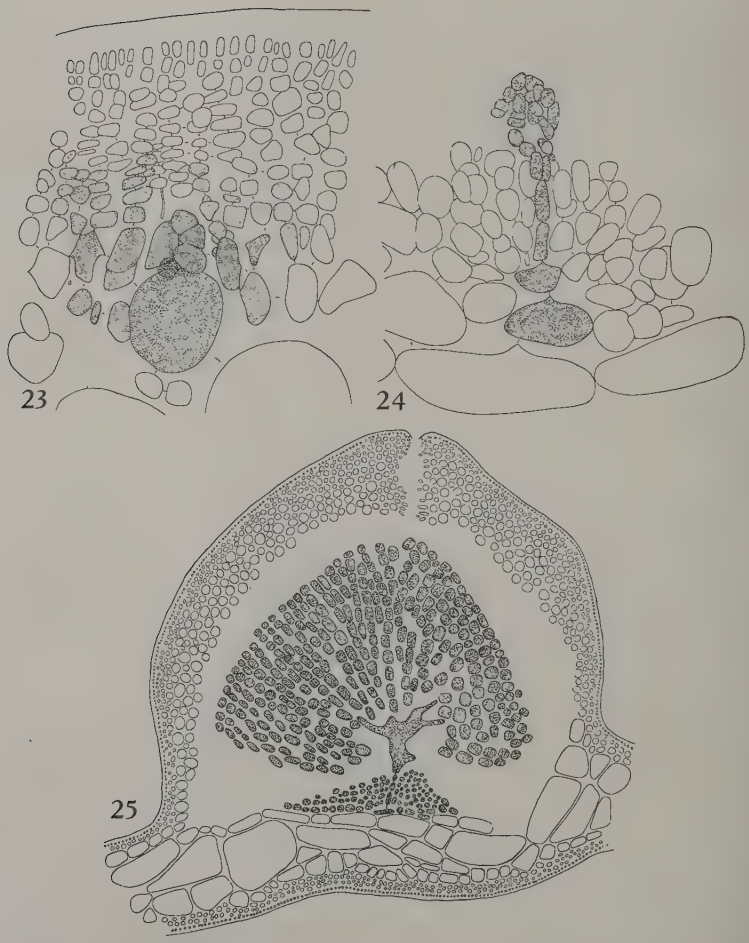
The writers studied female specimens of this species collected at Usu, Prov. Iburi, on April 1, 1942, at Nanaehama, Hakodate, on May 7, 1955, and May 10, 1956, and in Hakodate Harbor on March 8, 1956. The results obtained coincide well in general with those of the above mentioned investigators as described below.

The carpogonial branch is formed on one of the innermost cells of the cortex and consists of three or four cells. Thus the writers believe that they could confirm the presence of four-celled carpogonial branches in this species as suspected by Sparling.



Figs. 19-22. *Rhodymenia pertusa* (POST. et RUPR.) J. AG. : 19 and 20, procarp with a three-celled carpogonial branch; 21 and 22, four-celled carpogonial branch. – Figs. 19-22 ×666

Before fertilization, both the carpogonial branch and the supporting cell were filled with contents, but the auxiliary cell could not be distinguished morphologically from other vegetative cells. After fertilization the auxiliary cell and its mother cell become rich in protoplasm, and the former increases its size so much that one can easily recognize it as an auxiliary cell. The two-celled auxiliary cell branch stands together with the carpogonial branch on the same supporting cell (Textfig. 23). The fusion of carpogonial cells and the cutting off of a connecting cell from the carpogone that had fused with the hypogynal cell were observed by Sparling in *Rhodymenia pseudopalmata* (LAM.) SILVA but not in *Rh. pertusa*. The writers did not succeed in observing them in their material. The gonimoblast cells are cut off from above the auxiliary cell. The cortical cells that are situated above the neighbourhood of the fertilized procarp divide repeatedly and consequently the cortex increases in thickness. These cortical cells become connected laterally with each other. The inner cells of the cortical cell rows become rich in protoplasm; they are later left at



Figs. 23-25. *Rhodymenia pertusa* (Post. et Rupr.) J. Ag.: 23, procarp after fertilization and its surrounding tissues; 24, young stage in development; 35, vertical section through a mature cystocarp. – Fig. 23 ×400; Fig. 24 ×320; Fig. 25 ×60

the bottom of the cystocarpic cavity when the latter is formed by a rupture at the basal part of the considerably thickened cortex. The gonimoblast cells are almost wholly converted into carposporangia, which are grouped in a mature cystocarp into a few masses according to their developmental stages as illustrated by Sparling in *Rh. pseudopalmata*. Textfigure 25 shows a section of a mature cystocarp through a group of fully matured

carposporangia only. It also shows at the center of the base of the cystocarp a large irregularly branched cell which was presumably formed by the fusion of early gonimoblast cells. This kind of irregular cell which was illustrated by Okamura (1907, pl. 21, fig. 7) as "Stielzelle" in *Rh. pertusa*, is not mentioned at all by other workers in *Rhodymenia* species, if "the outgrowing, club-shaped gonimoblast" figured by Sjöstedt (1926, p. 34, fig. 21 C) does not contain within it an initial of such "Stielzelle." It may be worth while to make mention of the existence of a large irregular cell in the center of a young gonimoblast in *Fauchea Freyeana* SETCH., a member of the Rhodymeniaceae, as one can see in a figure by Sjöstedt (1926, fig. 18 C).

Summary

The results of the writers' present study were not fully satisfactory, but they are reported in this paper in order to add some data to knowledge on the Japanese plants of the species in question. The carpogonial branches in both *Schizymenia Dubyi* and *Rhodymenia pertusa* were revealed to consist of three or four cells. The procarp and the development of gonimoblasts in *Gymnogongrus flabelliformis* were first described here.

Literature

Kylin, H. (1930). Ueber die Entwicklungsgeschichte der Florideen. *Lunds Univ. Årsskr., N. F. Avd.* 2, 26 (6), 1-104.

——— (1932). Die Florideenordnung Gigartinales. *Ibid.* 28 (8), 1-88.

Okamura, K. (1907). *Icones of Japanese Algae*, Vol. 1, Pt. 5, Tokyo.

——— (1921). *Ibid.* Vol. 4, Pt. 7.

——— (1933). *Ibid.* Vol. 7, Pt. 2.

——— (1936). "Nippon Kaiso-shi." Tokyo. (In Japanese).

Rosenvinge, L. K. (1931). The Marine Algae of Denmark. *Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7 Raekke, Naturv. og Mathem. Afd.* 7 (4), 491-627.

Sjöstedt, L. G. (1926). Floridean Studies. *Lunds Univ. Årsskr., N. F. Avd.* 2, 22 (4), 1-94.

Sparling, Shirley R. (1957). The Structure and Reproduction of Some Members of the Rhodymeniaceae. *Univ. Calif. Publ., Bot.* 29 (3), 316-396.

Tokida, J. & Masaki, T. (1956). Studies on the Reproductive Organs of Red Algae, II. On *Erythrophyllum Gmelini* (GRUN.) YENDO. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 7 (2), 63-71.

——— (1957). On the Female Organ of *Turnerella Mertensiana*. *Bull. Jap. Soc. Phyc.* 5 (1), 5-7. (In Japanese with English summary).

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

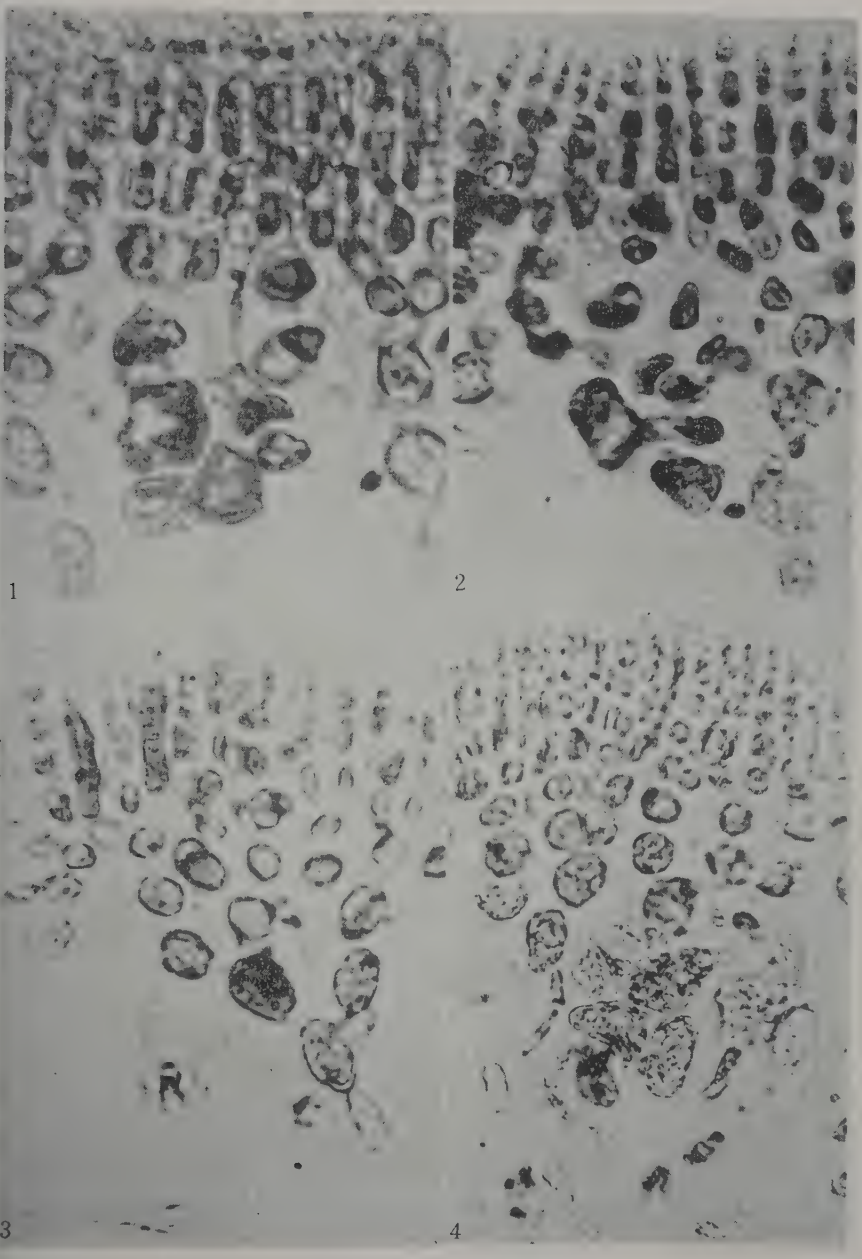
Schizymenia Dubyi (CHAUV.) J. AG.

Fig. 1. Photomicrograph to show a three-celled carpogonial branch in the same section as shown in Textfigure 2. ×1330

Fig. 2. Photomicrograph to show a four-celled carpogonial branch. ×1330

Fig. 3. Photomicrograph to show an auxiliary cell and two gland cells. ×1330

Fig. 4. Photomicrograph to show an early developmental stage of the gonimoblast. ×1330



J. TOKIDA & T. MASAKI : Reproductive organs of red algae. III

PLATE II

Gymnogongrus flabelliformis Harv.

Fig. 1. Habit of a cystocarpic plant collected at Hakodate, Oct. 1, 1956. ×1

Fig. 2. Terminal segments of a female frond showing the cystocarps. ×5

Fig. 3. Photomicrograph of the same section as shown in Textfigure 1. ×215

Fig. 4. Photomicrograph of a section through a fertile segment showing a carpogonial branch. ×600

Fig. 5. Photomicrograph of the same section as shown in Textfigure 17. ×133

Fig. 6. Photomicrograph of the same section as shown in Textfigure 16. ×333

Fig. 7. Photomicrograph of a cross section through a cystocarp bearing a carpostome. ×60

J. TOKIDA & T. MASAKI : Reproductive organs of red algae. III

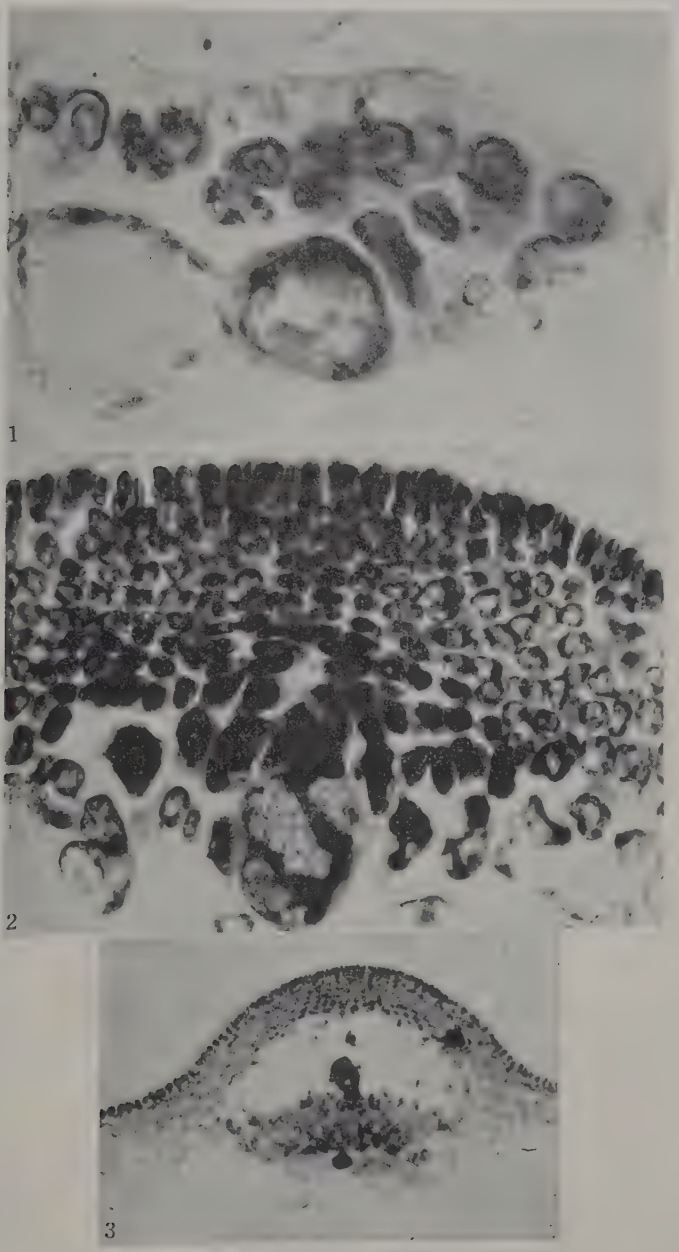
PLATE III

Rhodymenia pertusa (POST. et RUPR.) J. AG.

Fig. 1. Photomicrograph of the same section as shown in Textfigure 19, showing a three-celled carpogonial branch. ×1333

Fig. 2. Photomicrograph of the same section as shown in Textfigure 23, showing a procarp just after fertilization and the cortical tissue markedly thickened. ×666

Fig. 3. Photomicrograph of a vertical section through a young cystocarp, showing "the club-shaped gonimoblast," cystocarpic cavity, and pericarp. ×166



J. TOKIDA & T. MASAKI : Reproductive organs of red algae. III

A CHROMOSOME STUDY IN FIVE SPECIES OF ISOPOD CRUSTACEA

Hidejiro NIIYAMA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

In reference to the literature pertaining to the chromosome study of the isopod Crustacea, there are accessible several papers dealing with the chromosomes of 28 species which belong to five suborders of the Isopods: the chromosomes of 15 species of the Oniscoidea were reported by Nichols '01, '02, '09, Mir '38, Radu '30, '31, Vandel '26, '28 ,34, '41 and Imai & Makino '40, those of 7 species of Asellota by Carnoy '85, Sugiyama '33, Dworak '35, Vandel '38, '41, Staiger & Bocquet '54 and Vitagliano '47, those of one species of Valvifera by Nichols '09, those of one species of Epicaridea by Hiraiwa '36, and those of two species of Flabelifera by Callan '40 and Niiyama '56. In his review on the chromosomes of isopods Vandel ('41) stated that the marine isopods and the related terrestrial and fresh-water species are characterized by the haploid number of 28, or thereabouts. Some information on the existence of the sex-determining chromosome in isopods has been communicated by Dworak '35, Staiger & Bocquet '54 and Niiyama '56.

The present paper describes the results of a chromosome study in five species of the isopod Crustacea of which two species are classified into suborder Valvifera, one into Flabellifera and two into Oniscoidea. The chromosome number here determined for the above five species differs from the number reported in many related species by Vandel ('41).

Here the author wishes to express his sincere gratitude to Professor Sajiro Makino for his kind guidance and for going through this manuscript. The author is also greatly indebted to Professor Saburo Saito for his direction and kind help in various ways.

Material and Method

The following five species of isopods: *Cleantiella isops* (GRUBE), *Idotea japonica* RICHARDSON, *Cymodoce japonicus* RICHARDSON. *Megaligia exotica* (ROUX) and *Tylos granulata* MIERS, came under investigation in the present study. Generally the testes of isopods consist of three pairs of testicular lobes, each having a spindle shape and being connected by a pair of the vas deferens. They were removed by vivisection and fixed in the modified weak Flmming's mixture.

Observations

1) *Cleantiella isops* (GRUBE)

This species is a member of the suborder Valvifera showing a wide distribution in the sea-shore throughout Japan. It measures 20-30 mm in body length. The specimens obtained in the vicinity of the Toyoura Marine Biological Station, near Hakodate, in

August, 1957 furnished the material for study. The three pairs of testicular lobes do not show the same stage in process of maturation. The anterior lobe contains spermatogonial cells, the middle lobe is provided with spermatocytes of different stages while the posterior lobe is filled with mature spermatozoa.

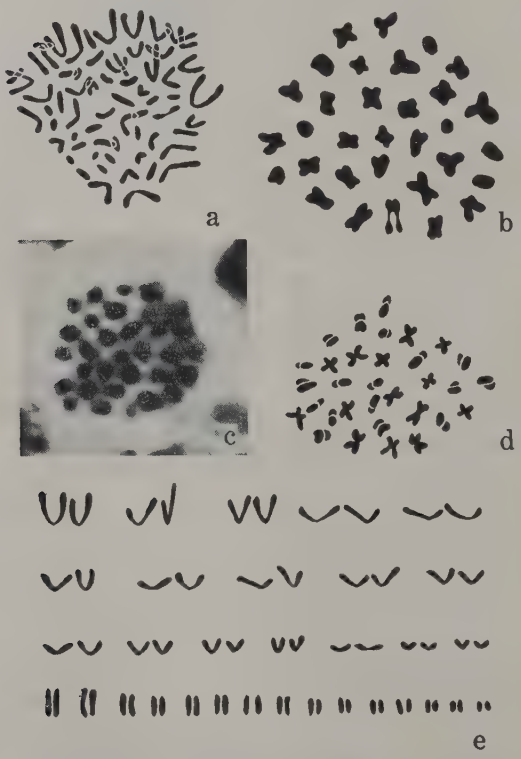


Fig. 1. Chromosomes of *Cleantiella isops* (GRUBE) a. Spermatogonial metaphase, 64 chromosomes. ×3700 b. Metaphase of primary spermatocyte, 32 tetrads. ×3700 c. Microphotograph of Fig. b. ×2400 d. Metaphase of secondary spermatocyte, 32 dyads. ×3700 e. Serial alignment of the paired chromosomes from Fig. a.

Several countings were made of the chromosomes in dividing spermatogonia. Every metaphase plate constantly showed 64 chromosomes as diploid number. An example is shown in Fig. 1, a. Karyogram was analysed and shown Fig. 1, e by paired alignment of supposed homologous chromosomse. It is evident that the diploid complex is composed of 17 pairs of metacentric V-shaped elements and 15 pairs of acrocentric ones of rod-and dot-type. All elements can be paired in the diploid complex. Many ¡dividing figures were observed n the primary and secondary spermatocytes. There are observable 32 bivalents in every metaphase plate of the primary spermatocyte (Fig. 1, b-c). The metaphase polar view of the secondary spermatocyte shows 32 chromosomes of a dyad nature (Fig. 1, d). The chromosome number of the species is therefore 64 in diploid and 32 in haploid. There are no chromosomes which show form and behaviour characteristic to the sex-chromosome.

2) *Idotea japonica* RICHARDSON

This species is also a member of the suborder Valvifera: individuals are 25-45 mm in body length. They are common sea-shore animals in northern parts of Japan. The specimens for the present study were collected abundantly in the same place and simul-

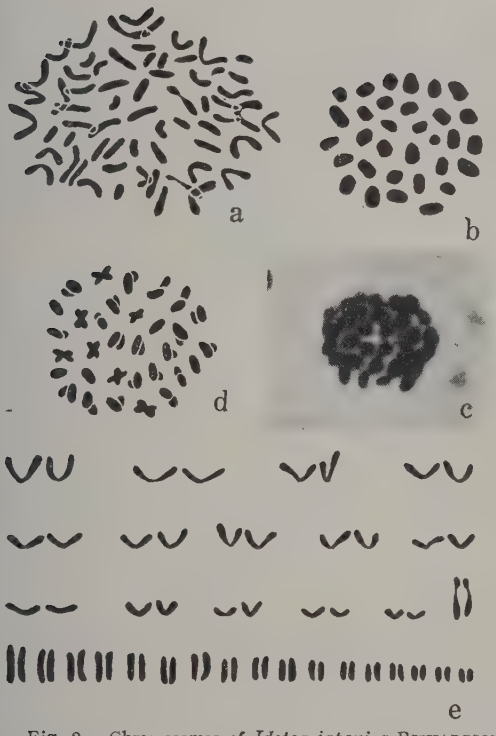


Fig. 2. Chromosomes of *Idotea japonica* RICHARDSON a. Spermatogonial metaphase, 64 chromosomes. ×3700 b. Metaphase of primary spermatocyte, 32 tetrads. ×3700 c. Microphotograph of Fig. b. ×2400 d. Metaphase of secondary spermatocyte, 32 dyads. ×3700 e. Serial alignment of the paired chromosomes from Fig. a.

taneously with the previous species.

The diploid number obsreved in the spermatogonium was decided as 64 (Fig. 2, a). The diploid complex is composed of 15 pairs of metacentric elements and 17 pairs of acrocentric ones varying in shape from rod to dot. One pair ammongst the metacentric chromosomes are satelite-like in structure, since each of them consists of a small dot-like body and a long rod-like one connected therewith by means of a fine thread. The elements forming the remaining 14 pairs are of V-shape. The haploid number 32 was determined through observations of the primary and secondary spermatocytes at metaphase (Fig. 2, b,c,d). No chromosome with any peculiar characters could be detected throughout the two reduction divisions.

The present species is identical in chromosome number to the previously described species (*Cleantiella isops*), but differs in chromosome costitution ; namely, the previous species has four more metacentric chromosomes and four less acrocentric ones than the present species. The presence of a pair of satellite-like chromosomes is also a characteristic feature of the present species.

3) *Cymodoce japonicus* RICHARDSON

This species is a member of the suborder Flabellifera and belongs to the subfamily Sphaerominae in one species (*Tecticeps japonicus*) of which the present author reported the occurrence of an XO sex-mechanism in males (Niiyama '56). It is 10-25 mm in body length. The specimens for this study were collected from holes in wooden piers made by shipworms, *Teredo*, along the sea-shore of the Akkeshi Marine Biological Station, in September, 1944.

Careful counting of excellent spermatogonial metaphase plates, gave the diploid number

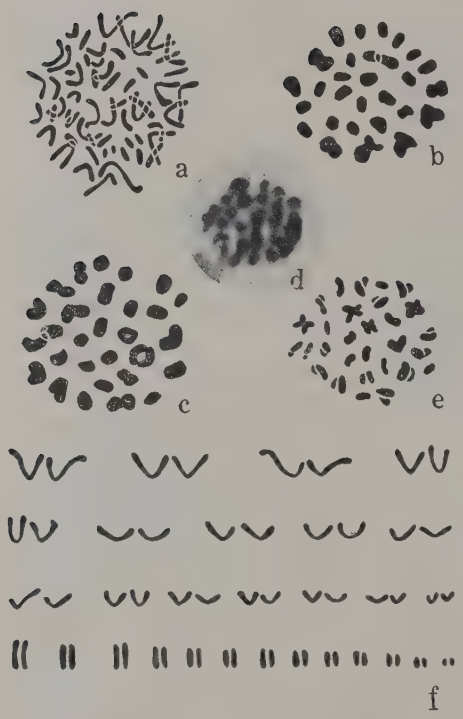


Fig. 3. Chromosomes of *Cymodoce japonica* RICHARDSON
a. Spermatogonial metaphase, 58 chromosomes. ×3700
b-c. Metaphase of primary spermatocyte, 29 tetrads. ×3700 d. Microphotograph of Fig. b. ×2400 e. Metaphase of secondary spermatocyte, 29 dyads. ×3700
f. Serial alignment of the paired chromosomes from Fig. a.

of 58 without even slight doubt. As seen in Fig. 3, a and f, there are 16 pairs of metacentric chromosomes of V-shaped and 13 pairs of acrocentric ones of rod- or dot-shape. All the chromosomes of spermatogonia can be arranged into homologous pairs.

The haploid number was decided as 29 in both the primary and secondary spermatocytes without exception (Fig. 3, b. c, d, e). The present species contains no particular chromosome regarded as the sex-determining elements, though it is classified to belong to the subfamily Sphaerominae, in one species (*Tecticeps japonicus*) of which an X-O mechanism was found to occur (Niiyama '56).

4) *Megaligia exotica* (ROUX)

This species belongs to the suborder Oniscoidea. It is one of the very common sea-side isopods found all around Japan. Specimens capture on rocky seaside places in the vicinity of Oshoro near Otaru, in June, 1954 provided the material for study. Body length of the species is 30-45 mm.

The diploid number 72 was decided through the observations of several good spermatogonial metaphase plates. As seen in Fig. 4, a and f, six pairs of metacentric V-shaped chromosomes and 30 pairs of acrocentric chromosomes, rod- and dot-like in form constitute the spermatogonial complex. The metaphase of the primary spermatocyte invariably showed 36 bivalents of various form (Fig. 4, b,c,d). As seen in Fig. 4, e, the same number was observable in every equatorial plate of the secondary spermatocyte. All the elements divide synchronously at anaphase of each both first and second divisions, without showing any element of unusual behaviour.

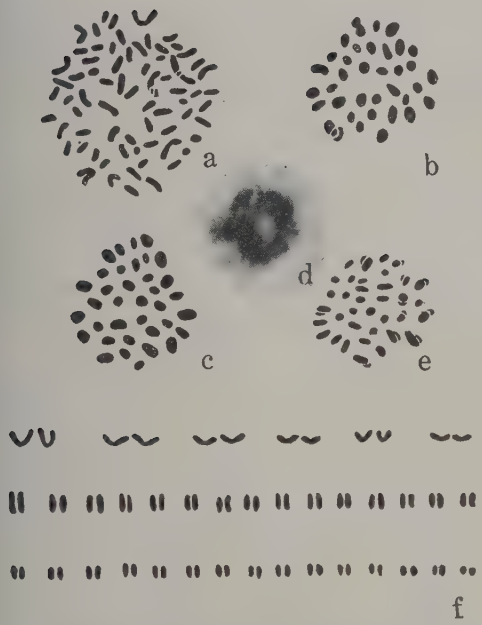


Fig. 4. Chromosomes of *Megaligia exotica* (Roux) a. Spermatogonial metaphase, 72 chromosomes. ×3700 b-c. Metaphase of primary spermatocyte, 36 tetrads. ×3700 d. Microphotograph of Fig. b. ×2400 e. Metaphase of secondary spermatocyte, 36 dyads. ×3700 f. Serial alignment of the paired chromosomes from Fig. a.

5) *Tylos granulata* Miers

This species together with the previous species is a member of the suborder Oniscoidea. It is a terrestrial isopod of 10 mm in body length. They abound in sandy sea-shores throughout Japan. The present study was based on testicular material derived from several specimens captured in Ranshima, near Otaru in June, 1950.

It was found after careful examination of several spermatogonial metaphases that 68 chromosomes constituted the male diploid complex of this species (Fig. 5, a). The complex consists of 10 pairs of metacentric chromosomes and 24 paire of achrocentric ones (Fig. 5, f). Every metaphase plate of both primary and secondary spermatocytes showed 34 chromosomes with indisputable clearness (Fig. 5, b, c, d, e). No chromosome, peculiar in shape and behaviour, was found in either of the meiotic divisions.

Discussion

1) Sex-chromosome

On reviewing the literature of the chromosomes of isopods, one finds useful three papers which deal with the presence of the sex-chromosome. Dworak ('35) reported in *Asellus aquaticus* an XO sex-mechanism in the male, but her results were found by Vitagliano ('47) and Niiyama ('56) to be probably erroneous. The argument of Staiger and Bocquet ('54) on the occurrence of female hetrogamety in four closely related subspecies of *Jaera marina* (Janiridlae, Asellota) is not fully conclusive as discussed in the previous paper of the present author (Niiyama '56). An XO sex-mechanism was found to occur in males of *Tecticeps japonicus* (Sphaerominae, Sphaeromidae, Flabellifera) by the author's previous study (Niiyama '56). As described in the foregoing pages, *Cymodoce japonica* showed no indication of the presence of any particular chromosome although it and *Tecticeps japonicus* which latter has an X-O mechanism are members of the subfamily

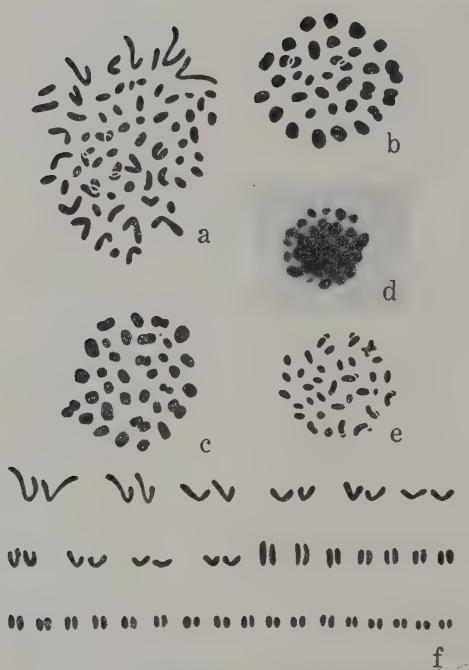


Fig. 5. Chromosomes of *Tylos granulata* MIERS a. Spematogonial metaphase. 68 chromosomes. ×3700 b-c. Metaphase of primary spermatocyte, 34 tetrads. ×3700 d. Microphotograph of Fig. b. ×2400 e Metaphase of secondary spermatocyte, 34 dyads. ×3700 f. Serial alignment of the paired chromosomes from Fig. a.

Sphaerominae. A similar situatio wnas found to exist amongst the related species of Amphipoda (Niiyama '50).

2) Chromosome number

In Table 1 is shown the numerical relationship of the chromosomes in the isopod Crustacea so far studied. In the table the data of Carnoy '85 and Dworak '35 were excluded because doubt has been thrown upon them.

Vandel ('41) on the basis of his extensive studies expressed the view that the haploid number of the marine isopods and of the related terrestrial and freshwater species is 28 or thereabouts. According to him the huge chromosomal elements found in species of *Asellus* are to be regarded as having resulted from a fusion of several small chromosomes as found in *Stenasellus*, thogh there is no positive proof for the above consideration. Vandel states that the chromosome number of the true Oniscoidea shows a tendency to increase with the evolution of species: the following relationship seemes to occur in the chromosome number of isopods.

Marine species (n,28)—{Asellus (n,8)—Oniscidae (n,16 to 24)—{Porcellio (n,28)
{Trichoniscus {Armadillidium

The two extreme forms show a high chromosome number, while the intermediate species have smaller numbers, which have probably resulted from fusion or association of several chromosomes.

By reference to Table 1, it is evident that among marine species, *Cleantiella isops*, *Idotea japonica*, *Cymodoce japonicus* and *Tecticeps japonicus* have a high chromosome number, while *Jaera marina* shows a number lower than 28. Certain terrestrial species, also, have a high number of chromosome: for instance, n, 31 for *Ligidium hypnorum*; n, 30 for *Ligia oceanica*; n, 34 for *Tylos granulata* and n, 36 for *Megaligia exotica* are available for reference. In the author's opinion the relationship between the chromosome

Table 1. List of the chromosome number of the Order Isopoda

Species	2*n*	*n*	Author
Suborder Oniscoidea			
Family Oniscidae			
Sufamily Armadillidiinae			
Armadillidium opacum	54 s	27 ♂	Radu '30
Armadillidium nasatum		28 ♀ I	Vandel '41
Armadillidium vulgare	54 s	27 ♂ I	Radu '31
Armaillidium vulgare		28 ♀ I	Vandel '41
Subfamily Oniscinae			
Oniscus asellus	32 s	16 ♂ ♀	Nichols '01, '02, '04
Chaetophiloscia elongata		24 ♀ I	Vandel '41
Philoscia gallicus		24 ♀ I	Vandel '41
Subfamily Porcellioninae			
Porcellio scaber	56 s	28 ♂ I, II	Imai & Makino '40
Porcellio scaber		28 ♀ I	Vandel '41
Porcellio loevis		28 ♀ I	Vandel '41
Porcellio gallicus		28 ♀ I	Vandel '41
Porcellio muscorum		24 ♀ I	Vandel '41
Family Ligiidae			
Ligia italica		28 ♂ ♀	Mir '39
Ligia oceanica		30 ♂	Mir '39
Ligidium hypnorum		31 ♂	Mir '39
Megaligia exotica	72 s	36 ♂ I, II	This paper
Family Tyliidae			
Tylos granulata	68 s	34 ♂ I, II	This paper
Family Trichoniscidae			
Trichoniscus biformatus	16 s	8 ♂	Vandel '26, '28, '34
Trichoniscus elisabethae	16 s	8 ♂	Vandel '26, '28, '34
Trichoniscus provisorum	16 s	8 ♂	Vandel '26, '28, '34
Suborder Asellota			
Family Asellidae			
Asellus aquaticus	16 s	8 ♂ I	Vandel '38, '41; Vitagliano '47
Asellus (Proasellus) meridianus	16 s	8 ♂ I	Vandel '38, '41
Asellus nipponensis	14 s	7 ♂ I	Sugiyama '33
Stenasellus virei		27 ♂	Vandel '38 '41
Family Janiridae			
Jaera marina forsmani		8+XY_1Y_2 ♀ I	Staiger & Bocquet '54
Jaera marina ischiosetosa		12+XY_1Y_2 ♀ I	Staiger & Bocquet '54
Suborder Valvifera			
Family Idoteidae			
Cleantiella isops	64 s	32 ♂ I, II	This paper
Idotea irrorata		28 ♂	Nichols '09
Idotea japonica	64 s	32 ♂ I, II	This paper
Suborder Epicaridea			
Family Bopyridae			
Epipenaeon japonica	1♀cl	♀p.b.	Hiraiwa '36
Suborder Flabellifera			
Family Cymothoidae			
Anilocra mediterranea	12s,o	6 ♂	Callan '40
Family Sphaeromidae			
Cymodoce japonica	58 s	29 ♂ I, II	This paper
Tecticeps japonicus	63 s	31+X ♂ I	Niiyama '56
		31, 32 ♂ II	

S: spermatogonium, O: oogonium, cl: cleavage p.b.: polar body
I: primary spermatocyte II: secondary spermatocyte

number and the taxonomical situation in the isopod Crustacea is difficult to establish in the present status of investigation, and sufficient information needful for decision can not be expected until after the chromosomes of many species have been exhaustively investigated. The data on the chromosomes of the isopod Crustacea is too scanty at present to justify a generalization as to the relationship between the chromosome number and taxonomical arrangement of the species, there is no positive proof upon which to enter into a consideration on the reduction of the chromosome number as a result of chromosome fusion. To attempt to formulate any rule for general application, it is necessary to accumulate cytological data on a very large number of species.

Summary

The chromosomes of the following five species of isopod Crustacea were studied in their male germ cells. The number and the formula of chromosomes for each species are shown as follows:

Species	2n	n
Cleantiella isops	64=34V's + 30R's	32
Idotea japonica	64=30V's + 34R's	32
Cymodoce japonicus	58=32V's + 26R's	29
Megaligia exotica	72=12V's + 60R's	36
Tylos granulata	68=20V' + 48R's	34

V: metacentric chromosome R: rod- or dot-shaped acrocentric chromosome

In all species here studied, there is no chromosome, having characteristic usual to the sex-determining chromosome in form and behaviour.

Literature cited

Carnoy, J. B. (1885). La cytodiérèse chez les Arthropodes. *La Cellule* 1.

Callan, H. G. (1940). The chromosomes of the cymothoid isopod, Anilocra. *Q. J. M. S.* 52.

Dworak, I. (1935). Maturation des cellules sexuelles mâles et structures, cytoplasmiques dans la spermatogénèse chez l'*Asellus aquaictus*. *Folia Morphologica* V.

Hiraiwa, K. (1936). Studies on a bopyrid, *Epipenaeon japonica* THIEL III. Development and life cycle, with special reference to the sex differentiation in the bopyrid. *Journ. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B* Div. I, Art. 8.

Imai, G. & Makino, S. (1940). The chromosomes of *Porcellio scaber* LATREILLE (Isopoda, Oniscidae). *Jap. Journ. Genet.* 16.

Mir, C. (1939). Le nomdre de chromosomes des Ligiidae. *C.R.S.A.Sci.* 209.

Nichols, M. L. (1909). Comparative studies in crustacean chromosomes. *Journ. Morph.* 20.

Niiyama, H. (1950). The X-Y mechanism of the sex-chromosome in the male of *Anisogammarus annandalei* (TATTERSALL) (Crustacea: Amphipoda). *Annot. Zool. Japon.* 23.

(1956). Cytological demonstration of an XO sex-mechanism in males of *Tecticeps japonicus*,

an isopod Crustacea. *Cytologia* 21.

Radu, V. (1930). The spermatogénèse chez *Armadillidium opacum*. *C.R.S.B.* 105.

———— (1931). Spermatogeneza la *Armadillidium vulgare* LATR., cu privire spciala asupra evolutiei chromatinei si a constituantilor cytoplasmatici. *Mem. Sect. Stiintif. Acad. Romania, Ser.* III, VIII.

Staiger, H. & Bocquet, Ch. (1954). Cytological demonstration of female heterogamety in Isopods. *Experientia* X/2.

Vitagliano, G. (1947). La spermatogenesi e la distribuzione dei chiasmi in *Asellus aquaticus* L. *Pubbl. della Staz. Zool. Napoli* XXI.

Vandel, M. A. (1926). Triploidie et parthénogenèse chez l'Isopode, *Trichoniscus* (*Spiloniscus*) *provisorius* ROCOVITZA *C.R.A.S.* 183.

———— (1928). La parthénogenèse géographique. Contribution à l'étude biologique et cytologique de la parthénogenèse de naturelle. *Bull. Biol. Fra. Belg.* 62.

———— (1934). La parthénogenèse geographique. II. Les mâles triploides d'origine parthénogenètique de *Trichoniscus elisabethae* HEROLD *Bull. Biol. Fra. Belg.* 68.

———— (1938). Les chromosomes des Asellotes. *C.R.S.A.Sci.* 206.

———— (1941). Etude des garnitures chromosomiques de quelques Crustaces isopodes terrestres et d'eandonce europeens *Cytologia* 12.

AN XX-Y SEX-MECHANISM IN THE MALE OF A DECAPOD CRUSTACEA *CERVIMUNIDA PRINCEPS* BENEDICT

Hidejiro NIIYAMA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

On the subject of the sex-chromosomes in decapod Crustacea, several papers have been published by Fasten ('14), Delpino ('34), Leopoldseder ('34) and Niiyama ('37, '38, '41). Niiyama stated on the basis of his own studies that the sex-chromosomes reported by the former three authors are certain ordinary chromosomes which were displaced mechanically from their ordinary position, due probably to distortion of spindle fibres influenced by fixation. In males of three species of the family Grapsidae (Brachyura: Reptantia), there was reported by the present author clear-cut evidence showing the sex-chromosomes of an X-Y type (Niiyama '37, '38). The X-O sex-mechanism was found to occur in the male of *Ovalipes punctatus* belonging to the family Portunidae (Brachyura: Reptantia) also by the author (Niiyama '41).

Recently the present author has found a clear-cut example of an XX-Y sex-determining mechanism in *Cervimunida princeps* BENEDICT, a species of the family Galateidae (Anomura: Reptantia), the data of which will be given in this paper. Reference to the literature indicates that this type of sex-mechanism seems to be the first and a unique example in the Crustacea.

The author's hearty thanks are due to Professor Sajiro Makino for his kind guidance and for going through this manuscript. He is also greatly indebted to Professor Saburo Saito for his kind cooperation in various ways.

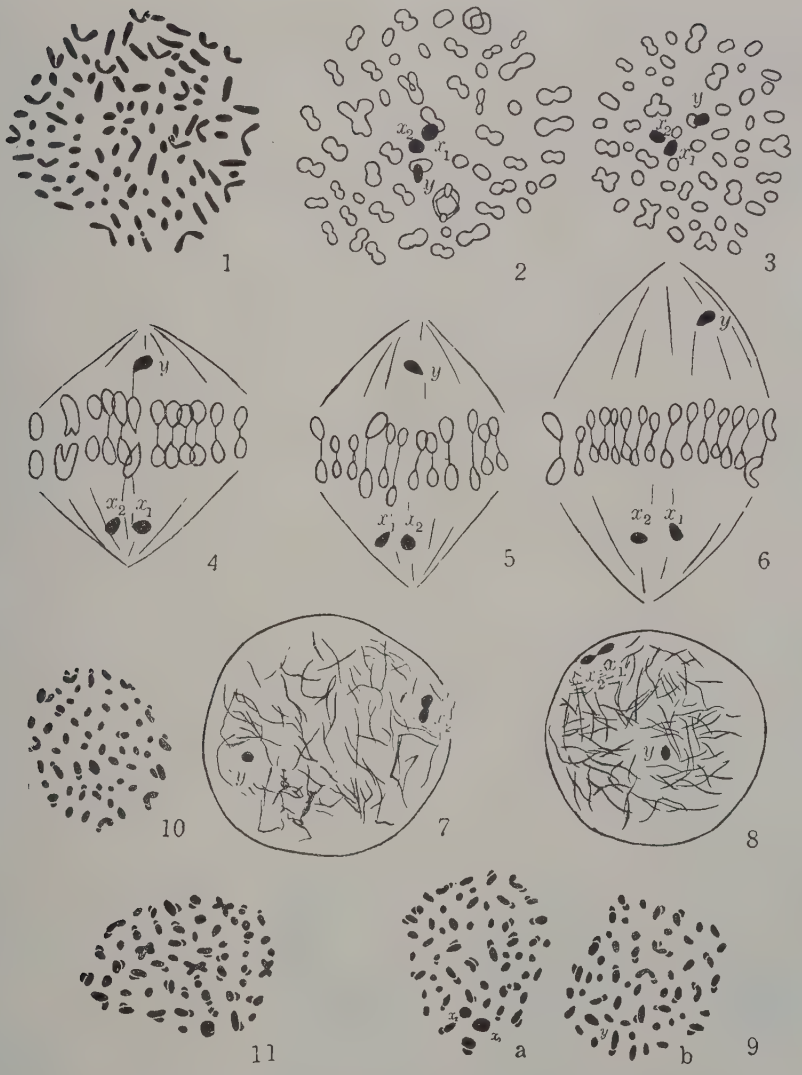
Cervimunida princeps BENEDICT is a deep-sea crab. The specimens for the present work were obtained in April, 1937 from Suruga Bay, to the west of Izu Peninsula, at depths of 200 to 400 meters. Identification of the species was made by Dr. Ken Yokoya, to whom the author wishes here to express his cordial thanks.

The testes were fixed with the modified weak Flemming's solution immediately after having been removed from the living bodies. Sections were cut 10 micra in thickness. For staining, the iron-haematoxylin method after Heidenhain was employed.

Observations

General morphology of the chromosomes

Dividing figures of spermatogonia were observable among cells constituting the inner walls of testicular cysts. Fig. 1 is an example of excellent metaphase equatorial plates of spermatogonia. It was found that the diploid complex consisted of 18 V-shaped metacentric elements plus 91 rod- and dot-shaped acrocentric ones. The diploid number of this species was determined as 109 in the male. The odd number, 109, suggests the existence of sex-chromosomes. Since the acrocentric chromosomes vary in size gradually

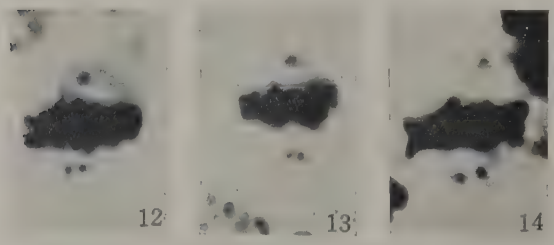


Figs. 1-11. Chromosomes of *Cervimunida princeps* Benedict

1. Metaphase plate of spermatogonium, 109 chromosomes. 2-3. Polar view of metaphase chromosomes of primary spermatocytes, 53 bivalents and X_1X_2Y chromosomes in each. 4-6. Side views of metaphase chromosomes of primary spermatocytes, indicating distance pairing of X_1X_2-Y. 7-8. Nuclei in leptototene stage, exhibiting heteropycnotic bodies consisting of X_1X_2 and Y in deep black. 9 a b. Two daughter complexes of an equatorial plate of a primary spermatocyte at anaphase. 10. Metaphase of a secondary spermatocyte, containing 54 chromosomes. 11. The same, with 55 chromosomes. ×3700

from rod to dot, it is impossible to identify any unpaired chromosome.

The division takes place synchronously in all spermatocytes within a cyst. The dividing figures of spermatocytes, therefore, could be observed in large number. Every primary spermatocyte under study showed in side-view three univalent chromosomes, two being at one side and the other one at the other side of the equatorial plate: the three lie considerable distance apart from the remaining chromosomes which arrange themselves in an equatorial plate. The evidence will be well understood by referring to Figs. 4 to 5 and 12 to 14. The number of bivalents lying in the equatorial plate was found to be 53. Size differences are noted among them in a rather remarkable degree: some larger ones exhibit the type of ring- and cross-tetrads, while the remaining ones are of dumbbell shape. By changing the focus of the microscope from the equatorial plate up and down, two chromosomes at one side and one chromosome at the other side, or *vice versa*, could be observed in every metaphase plate (Figs. 2 3). According to the general rule of the sex-determining mechanism. it is apparent that these three univalent chromosomes constitute a compound sex-chromosome complex composed of X_1X_2 and Y elements. The X_1 and the X_2 are nearly identical in size, while the Y is slightly larger than either of the two X′s (Figs. 2-6). The Y is joined separately at one end with each of the two X′s. At metaphase, the compound sex-chromosome is situated always considerably off the equatorial plate without exception. It seems therefore that the distance pairing of the sex-trivalent is established by a pairing mechanism during the diakinetic stage, but is not due to the mechanism of precession at metaphase. A comparable case was reported in a neropteran, *Plethosmylus decoratus* by Hirai ('56). The chromosome formula of the primary spermatocyte is represented by $53 + X_1 + X_2 + Y$. At anaphase, the two X′s and Y separate from each other and migrate to opposite poles together with daughter halves of ordinary chromosomes. The number of chromosomes in the two daughter complexes after division is 54 and 55, respectively (Figs. 9 a-b).



Figs. 12-14. Microphotographs of side views of metaphase chromosomes of a primary spermatocyte, showing the distance pairing of X_1X_2 and Y. Figs. 12, 13, 14 correspond to 4, 5, 6 respectively. ×2400

The secondary spermatocyte consequently produced are of two sorts: the one posseses 54 chromosomes and the other 55 (Figs. 10-11). In the secondary spermatocytes it is difficult to distinguish the sex-chromosomes due to the absence of any character to enable distinguishment of them from the autosomes. Further, there are no precocious chromosomes in the second division.

Behaviour of the sex-chromosomes during meiotic prophase

In the leptotene nucleus of the meiotic prophase the sex-chromosomes made their appearance distinguishable from the autosomes. In this stage, two compact chromatic masses which are positively heteropycnotic could be observed among lightly stained spireme threads in the nucleus. One of them is composed of two parts of nearly equal size; they connect with each other transversely. The other one is about 1/2 the size of the above double mass having no connection with the latter (Figs. 7-8). In view of the heteropycnotic character in the leptotene stage and from their shape and size observed at metaphase, it seems most probable that the double mass consists of the X_1 and X_2 in association whilst the smaller one is the Y. Since there is no nucleolus in any stage of the meiotic prophase, the association of the sex-chromosomes with the nucleolus was not observed. With the advance in the stage of meiotic prophase, there appear many chromatic bodies indistinguishable in size from the X_1, X_2 and Y in the nucleus; this makes impossible the distinction of the sex-chromosomes from the autosomal chromatic bodies. Though there is no positive evidence, the establishment of the distance pairing of the sex-elements might have taken place in late diakinetic stage, as it was reported to occur in *Plethosmylus decoratus* (Hirai '56).

Remarks

As described in the foregoing pages, *Cervimunida princeps* BENEDICT belonging to the family Galateidae (Anomura: Reptantia) is characterized by the existence of three peculiar chromosomes, two of which lie always at one side of the equatorial plate and one on the other side. The peculiar elements are quite comparable in their behaviour and other morphological features to the sex-trivalent showing distance pairing in the male of a neuropteran, *Plethosmylus decoratus* (Hirai '56). The diploid number of chromosomes attained in the spermatogonial division is 109. Further, the number of chromosomes is 54 and 55 in the secondary spermatocytes. The evidence presented leads to the conclusion that the three peculiar chromosomes which arrange themselves off the metaphase plate of the primary spermatocyte are no other than the sex-trivalent showing a distance pairing. Though there is no positive proof, the distance pairing of the sex-trivalent may be established by a certain pairing mechanism in the diakinetic stage, but may not be due to the process of precession at metaphase.

Excepting some doubtful cases, the sex-determining mechanism in the Crustacea is of XO- or XY-type (Table 1). In certain species of Decapoda, Amphipoda, Isopoda, and Phyllopoda, the XO- or XY-mechanism was found to occur in the male (Niiyama '37, '38, '41, '50, '56, Baker & Rosof '27, 28a,b). In Copepoda, male heterogamety of XO-type was reported by Heberer ('32), while Beervaun ('54) observed female heterogamety of XO-type. In Ostracoda, on the other hand, a compound sex-chromosome was reported in males of three species, such as *Heterocypris incongruens* (Bauer '40),

Table 1. Sex-determining mechanism so far reported in the Crustacea

Species	2*n*	Sex-chrom.	Author
Phyllopoda			
Branchipus vernalis	23	X-O ♂	Baker & Rosof '27, '28a, b.
Ostracoda			
Cyprinotus incongruens		Multiple X ♂	Bauer '34
Heterocypris incongruens	20 ♀ 15 ♂	$X_{1-6}Y$ ♂	Bauer '40
Notodromas monacha		X_1X_2-O ♂	Dietz '54
Copepoda			
Centropagis typicus		X-O ♂	Heberer '32
Cyclops affinis		*X-O ♀	Matschek '10
Cyclops fuscus var. *distinctus*		*X-O ♀	Matschek '10
Cyclops phaleratus	13	*X-O ♀	Braun '09
Cyclops phaleratus		*X-O ♀	Matschek '09, '10
Cyclops prasinus	11	*X-O ♀	Braun '07, '09
Cyclops prasinus		*X-O ♀	Matschek '10
Cyclops serrulatus		*2X-O ♀	Matschek '10
Cyclops vernalis		*X-O ♀	Matschek '09, '10
Ectocyclops strenzki		X-O ♀	Beervaun '54
Isopoda			
Asellus aquaticus	17	*X-O ♂	Dworak '35
Jaera marina forsmani		*$X-Y_1Y_2$	Steiger & Bocquet '54
Jaera marina ischiosetosa		*$X-X_1Y_2$	Steiger & Bocquet '54
Tecticeps japonicus	63	X-O ♂	Niiyama '56
Amphipoda			
Annisogammarus annandalei	54	X-Y ♂	Niiyama '50
Gammarus chevreuxi	26	*X-Y ♂	Palmer '25, '26
Decapoda			
Cambarus immunis (?)		*8X-O ♂	Fasten '14
Eriocheir japonicus	148	X-Y ♂	Niiyama '37
Hemigrapsus sanguineus	128	X-Y ♂	Niiyama '38
Ovalipes punctatus	103	X-O ♂	Niiyama '40
Pandalus borealis	34	*2X-O ♂	Leopoldseder '34
Plagusia dentipes	106	X-Y ♂	Niiyama '37a, b
Telphusa fluviatilis	78	*2X-O ♂	Delpino '34

*The data marked with asteisks are considered to be doubtful at the present standard of cytology. For reference, see Makino's list, 1956.

Cyprinotus incongruens (Bauer '34) and *Notodromas monacha* (Dietz '54). The sex-mechanism of X_1X_2Y-type as found in *Cervimunida princeps* is therefore quite unique in the Class Crustacea, so far as the investigations have gone.

It has repeatedly been claimed that the X_1X_2Y-mechanism was secondarily derived from either an originally XO- or an XY-condition by translocation involving an autosome and sex-chromosomes (White '40, '41, '54, Cooper '46, '51, Hughes-Schrader '47, '50). Most likely the X_1X_2Y-mechanism of *Cervimunida princeps* originated from an XY- or XO-type, since the latter types are have been found in Decapoda. On the basis of the

number of chromosomes, the present species having 53 + X_1X_2Y in haploid has closer relationship to some species of Decapoda which have a large number, for example 41(*n*) in *Gebia major* (Oka '41), than to some species of Ostracoda.

Summary

The X_1X_2Y-mechanism of sex-chromosomes was found in male germ cells of *Cervimunida princeps* BENEDICT (Galateidae: Anomura: Reptantia: Decapoda: Crustacea). The diploid number was found to be 109. In the primary spermatocyte, 53 bivalents and X_1X_2Y-trivalent were observed. There are two kinds of secondary spermatocytes having 54 and 55 chromosomes respectively. During the meiotic prophase, two X's and one Y make their appearance as distinct chromatic bodies in the auxocyte. The X_1X_2Y-trivalent displays a distance pairing in the spindle of the primary spermatocyte metaphase.

Literature cited

Baker, R. C. & Rosof, J. A. (1927). Spermatogenesis in *Brachipus vernalis*. 1. The testis and spermatogonial division. *Ohio Journ. Sci.* 27.

———— (1928a). Spermatogenesis in *Brachipus vernalis*. 2. Primary spermatocyte. *Ibid.* 28.

———— (1928b). Spermatogenesis in *Brachipus vernalis*. 3. Secondary spermatocyte, spermatid and spermatozoon. *Ibid.* 28.

Bauer. (1934). *Naturwiss.* 22.

———— (1940). *Chromosoma* 1.

Beervaun, W. (1954). Weibliche Heterogametie bei Copepoen. *Ibid.* 6.

Braun, H. (1909). Die Spezifischen Chromosomenzahlen der einheimischen Arten der Gattung Cyclops. *Arch. Zellf.* 3.

Cooper, K. W. (1946). The mechanism of non-random segregation of sex-chromosomes in male *Drosophila mirands*. *Genetics* 31.

———— (1951). Compound sex-chromosomes with anaphasic precocity in the male *Mecoperan boreus brumalis* FITCH *Journ. Morph.* 89.

Delpino, I. (1934). La mejosi in *Telphusa fluviatilis* LATR. *Archivio Zoologico Italiano* XXI.

Dietz, R. (1954). Multiple Geschlechtschromosomen bei dem Ostracoden *Notodromas monacha*. *Chromosoma* 6.

Fasten, N. (1914). Spermatogenesis of the american crayfish, *Cambarus virilis* and *Cambarus immunis* (?) with special reference to synapsis and chromatoid bodies. *Journ. Morph.* 25.

Heberer, G. (1932). Die Spermatogenese der Copepoden. *Zeits. wiss. Zool.* 142.

Hirai, H. (1956). Compound sex-chromosomes with distance pairing in the male neuropteran, *Plethosmylus decoratus*. *Annot. Zool. Japon.* 29.

Hughes-Schrader, S. (1947a). The "pre-metaphase stretch" and kinetochore orientation in phasmids. *Chromosoma* 3.

———— (1947b). Reversion of XO to XY sex chromosome mechanism in a phasmid. *Ibid.* 3.

———— (1950). The chromosomes of mantids (Orthoptera: Manteidae) in relation to taxonomy. *Ibid.* 4.

Leopoldseder, F. (1934). Geschlechtsverhältnisse und Heterochromosomen bei *Pandalus borealis* KRÖJER (Decapoda). *Zeits. wiss. Zool.* 145.

Matschek, H. (1909). Zur Kenntnis der Eiablage bei Copepoden. *Zool. Anz.* 34.

———— (1910). Über Eireifung und Eiablage bei Copepoden. *Arch. Zellf.* 5.

Niiyama, H. (1947). The problem of male heterogamety in the decapod Crustacea, with special reference to the sex-chromosomes in *Plagusia dentipes* de HAAN and *Eriocheir japonicus* de HAAN *Journ. Fac. Sci. Hakkaido Imp. Univ. Ser. IV. Zool.* 5.

—— (1938). The X-Y chromosomes of the shore-crab, *Hemigrapsus sanguineus* (de HAAN). *Jap. Journ. Gen.* 14.

———— (1941). The X-O type of sex-chromosome found in *Ovalipes punctatus* (de HAAN). *Ibid.* 17.

—— (1950). The X-Y mechanism of the sex-chromosome in the male of *Anisogammarus annandalei* (TATTERSALL) (Crustacea: Amphipoda). *Annot. Zool. Japon.* 23.

———— (1956). Cytological demonstration of an XO sex-mechanism in males of *Tecticeps japonicus*, an isopod Crustacea. *Cytologia* 21.

Oka, T. B. (1941). Oocyte-like cell in the ovarial part of the testis of *Gebia major*. *Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo Sec. IV* 5.

Palmer, R. (1925). The chromosome cycle of *Gammarus chevreuxi* SEXTON *Nature* 116.

———— (1926). The chromosome complex of *Gammarus chevreuxi* SEXTON I. Spermatogenesis. *Q. J. M. S.* 70.

Steiger, H. & Bocquet, Ch. (1954). Cytological demonstration of female heterogamety in Isopods. *Experientia* X/2.

White, M. J. D. (1940). The origin and evolution of multiple sex-chromosome mechanisms. *Journ. Genet.* 40.

———— (1941). The evolution of the sex chromosomes. I. The XO and X_1X_2Y mechanism in praying mantids. *Ibid.* 42.

———— (1954). *Animal cytology and evolution.* 2nd Ed. London; Cambridge Univ. Press.

最近津軽海峡で得た有効なレーダー像に就て

佐野典達・鈴木恒由
（北海道大学水産学部航海測器学教室）

On Some Useful Rader Figures obtained in the Tsugaru Straits recently

Noritatsu SANO and Tsuneyoshi SUZUKI

Abstract

In this observation, some useful Radar figures were watched and photographed on the scope Sperry Marine Radar MK-2 Model 2 fitting with a circularizer on the scanner installed on the ferry steamer "TOKACHI MARU" regularly crossing the Tsugaru Straits.

The photographs are arranged for various radar targets, for example the tide rips, small wooden fishing boats, glass floats of set nets, snowfalls and raindrops.

Use was made of the circularly polarized wave and the linearly polarized wave and then they are compared with the change of P. P. I. figures.

It can, therefore, be pointed out that on some occasions radar can afford great convenience to the fishery and to the hydrographical observations.

1 緒　　言

レーダーが航海上重要視される理由は，船位の確認と衝突の予防に対して極めて有効なるためである。一般に海面よりの高さの低い小目標物よりのスコープ像は，海面反射像に妨害され，又雪・雨滴等の極めて小さい物標の反射像も，レーダー映像に妨害を与えレーダースコープ上での物標の確認が困難となる。この妨害を除去するための補助装置，即ちF・T・C・及S・T・C・回路があつて，ある程度この妨害を除去し得るが，完全にその妨害を除去し得るものではない。最近津軽海峡に於いて，波浪状態の極めて良い時，物体の高さが海面より極めて低い例として，汐目・定置網のガラス浮子等の映像を明瞭に捕捉した。又波・雪・雨滴よりの妨害を除去する目的で新装した円偏波を用いて，従来よりの像に比べると可成り有益な映像を得たので，此等のレーダー像を紹介することにする。此等はレーダーの使用目的の幅を広げるものと思われる。

2 レーダー装置及探知方法

Sperry Marine Radar MK-2 Model 2 (Table 1参照) に更にスキャナにT・K・S・8型円偏波スキャナを装備，船橋から遠隔操作により任意に直線偏波と円偏波の発射は可能で，交換の所要時間は約2秒で，Photo. 1，はその外観である。

1956年11月から1959年2月まで，度々連絡船十勝丸に便乗，津軽海峡を往復し常時レーダー監視を続けた。レーダースコープは利得・輝度・測距範囲・Anti-Clutter を種々変化させて最適条件を選定し，以後諸性能を一定にして，適宜直線偏波と円偏波を比較使用し，目標物の反射像は望遠鏡で一々確認し，同時に気象観測も行い，データ保存は写真として，キャノン用レーダー撮映装置で，3Sフイルム・露出4秒・絞り3.5で，現像・焼付けも一定状態下で処理した。

3 結果と考察

a　汐目と波浪の映像

Photo. 1. Scanner of Sperry Marine Radar MK-2 Model 2 mounted on circularizer unit

Table 1. Specification of Sperry Marine Radar MK-2 Model 2

Peak power		30 KW
Receiver gain		98 dbm
Wave length		3.2 cm
Pulse recurrence		1000 c/s
Pulse width		0.25 μ sec
Beam width	horizontal	1°
	vertical	15°
Range resolution		70 yds
Bearing resolution		1°
Scanner revolution		15 rpm
Height		22 m

海峡中央附近で直接肉眼で観測するよりも明確に，二海流の境界層である汐目がP・P・I・画面上で確認出来た。勿論海面反射の影響もあるが，種々な Anti-Clutter Controlで比較し顕著に区別出来たので，その結果を Fig. 1，に示す。当時風速3m・風向南西・波浪階級2である。

風速17m・風向南西・波浪階級5の荒天時，直線偏波と円偏波を使用して同一汐目をP・P・I・画面上で探知出来たので Fig. 2，に示す。汐目の映像は Anti-Clutter 2が最適で，荒天時はAnti-Clutter 1で円偏波を使用した方が，直線偏波の反射強度が約¼となり，海面反射波の妨害が除去されるので，レーダーのP・P・I・像として可成り明瞭に探知出来ることが分る。

亦風速4～5m・風向北東で縞模様の如く波浪がレーダースコープ上に，海面反射像としてその結果をFig. 3，に示す。風下側の海面反射が殆んど出現しない特徴がよく分る。

b 小型物標の映像

海面近くの小型物標は，一般にレーダーの諸性能，及外界の条件が良好でなければ反射像として探知出来

ないが，青森港沖合で定置網用ガラス浮子（直径約30cm）及函館港外で木造小型船（伝馬船約1屯）か，P・P・I・画面上に探知出来た。円偏波と直線偏波の信号比は100屯位の木造船で，0.13と報告されているが，1明らかに輝点の大いさ及明るさが数分の1に減少した。それらの結果をFig. 4，Fig. 5，に示す。当時海面反射像の影響は殆んどなかつた。

c　降雨・降雪の影響による映像

函館港附近が降雨時に，レーダースコープ上の反射像を直線偏波と円偏波で比較し，その結果をFig. 6，に示す。後者が雨滴反射電波の妨害を反射強度に於いて，約$^1/_{10}$以下^2 に除去するので，港内の目標物の探知能力が増大することが分る。

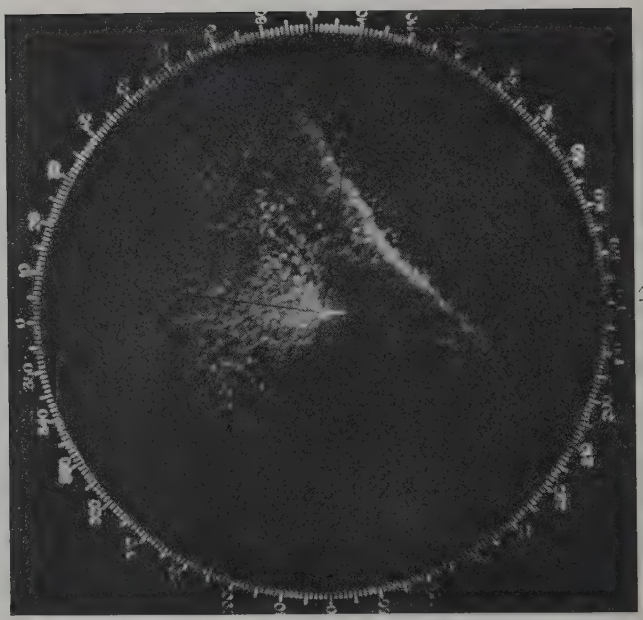
降雨時，風速17m・視程0の外界条件で円偏波の使用により，明瞭に他船（連絡船）を探知出来た。Fig. 7，にその結果を示し，測距範囲は15哩である。降雨・降雪地域を航海するときは，円偏波は目標物の種類により反射強度が変化するので，適宜直線偏波と円偏波を使用し，目標物の探知能力増加を計ることが必要である。

4　結　　言

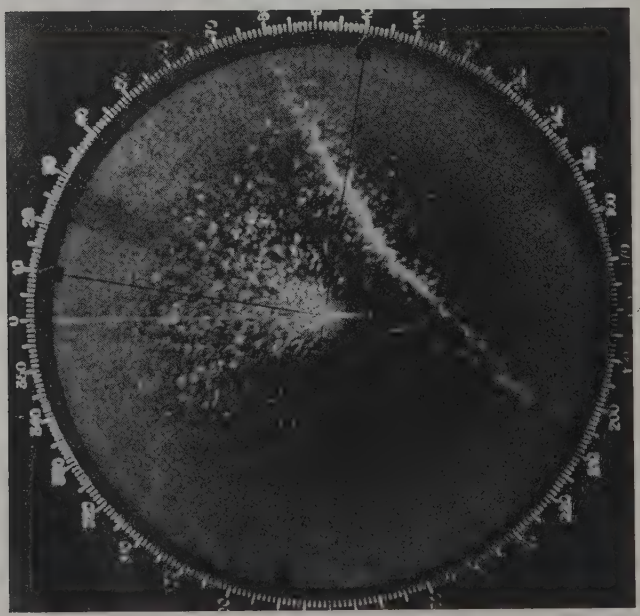
以上述べた如く，レーダースコープの反射像は従来の目的以外に，更に汐目や波浪の反射像として海洋観測に，亦木造小型船や定置網ガラス浮子は漁業上，航海上，近年レーダー装備船の増加に伴い多方面に応用されると思う。終りに臨み，本報告の御校閲及び御指導を賜つた当教室石田正己助教授に深甚なる謝意を表する。尚本観測に終始御協力戴いた十勝丸乗組員各位並びに東京計器製作所の御好意に厚く御礼申上げる次第である。

文　　献

1)　落合（1957）．日本航海学会誌 17．
2)　落合（1957）．日本航海学会誌 17．



b)



a)

Fig. 1. Photographs showing contrast with the tide rips by Anti Clutter controls ; 2 mile range scale, wind speed 3 m/s, and wave class 2

a) Anti Clutter 1
b) Anti Clutter 2
c) Anti Clutter 3
d) Anti Clutter 4

Fig. 2. P. P. I. picture with the tide rips in stormy weather; Anti Clutter 1, 6 mile range scale, wind speed 10 m/s, and wave class 4

a) Use of linearly polarized wave

b) Use of circularly polarized wave

Fig. 3. Showing the sea clutter by wind; Anti Clutter 1, 1 mile range scale
Fig. 4. Echoes of glass floats of set nets; Anti Clutter 2, 15 mile range scale

Fig. 5. Image of fishing boats in calm weather; Anti Clutter 1, 6 mile range scale
a) Use of linearly polarized wave
b) Use of circularly polarized wave

Fig. 6. Change of appearance in the raindrop echoes; Anti Clutter 1, 6 mile range scale, wind speed 4 m/s, and wave class 1

a) Use of linearly polarized wave

b) Use of circularly polarized wave

a)　　b)

Fig. 7. Change of appearance with the snowfall echoes; Anti Clutter 1, 15 mile range scale, wind speed 12 m/s, and wave class 3

a) Use of linearly polarized wave, a ferry steamer's echo is invisible

b) Use of circularly polarized wave, its echo is in sight

三枚網 (Trinal Gill Net) の漁獲試験に就いて

中 村 秀 男 ・ 川 崎 毅 一
（北海道大学水産学部漁業学教室）

Results of Fishing Experiments with Trinal Gill Nets

Hideo NAKAMURA and Giichi KAWASAKI

Abstract

The writers undertook a study on the behavior of synthetic fiber trinal gill nets on the coast of Ōma in Aomori prefecture, from May to July, 1958. The conclusions are as follows,

1. The rate of fish catch by trinal gill nets is better than that by bottom gill nets of cotton twine in a fast tidal current.

2. Judging from the results of this experiment, mesh size from 6.7cm to 9.1cm is the most suitable for the inside net of a trinal gill net, when the net is used for catching rockfish, greenling and sole.

3. Mesh size of outside net has no relations with the rate of fish catch; in this experiment mesh sizes 24.2cm, 30.3cm, 36.4cm are used.

4. Cotton twine nets seem to entirely unsatisfactory for the trinal gill net.

5. Dyed net yields better catches than undyed net.

6. The trinal gill nets catch fish by entangling them, so it seems to be enough to use somewhat finer fiber thread that used in this experiment; also it is less expensive and more economical.

I 緒 言

本網は欧米に於いては Trammel-Net と称し、又本邦に於いては古くから岡山、長崎、富山、三重、香川等の各県で使用され一名 こんがら網（富山県）、三重網、三重建網、磯建網、地獄網（瀬戸内海）とも云われ，北海道では昭和30年頃より使用されるに至つた。

本網は刺網類（Gill-Nets）即、流網（Drift-Net）、底刺網（Bottom Gill-Net）、旋刺網（Surrounding Gill-Net）の総てに使用する地方もあり、北海道、青森県及び岩手県地方では主として底刺網に使用し、ソイ、ソイ、カジカ、アイナメ、スズキ、タイ、アジ、エイ、カニ類、其他を漁獲対象としている。尚、本網は普通の刺網の如く漁獲物を網目に刺して漁獲するばかりでなく、網地に纏絡させて漁獲する場合が多く三枚網の名の示す如く一枚の中網と其の両側にこれより目合の大きな外網が一枚ずつ付設されており此の為、普通の一枚網では其の目合に適当した大きさの魚種より漁獲することが出来ず、三枚網にあつては、外網、中網の網目に適当した大きさの漁獲物を刺して漁獲するばかりでなく、たとえ大きさの異なるものでも中網が袋状にこれを纏絡して漁獲することができる[1]。

従来、底刺網に使用されていた綿網は腐敗し易い為その減耗で其の漁業者の使用耐用年数が短く、且、潮流に依る在来網の欠陥、使用中に於ける網糸の切れなどの為等に起因し漁獲成績に難点が多かつたが最近、漁網用資材として各種合成繊維の普及が目立ちこれにより従来の綿網の欠点は除去され底刺網は勿論のこと、各種漁網は之等合成繊維漁網に変りつつある。

筆者等は之等の合成繊維漁網と綿網との優劣を確かめ、且底刺網の漁獲成績の向上を目的とし従来の底刺網の様式に改良を加え考案、三枚網を数種試作し操業しその大要を知ることが出来たので茲に報告する。

尚、本試験に御援助下さつた青森県下北郡大間町、伝法吉三郎氏並に大間漁業協同組合員諸氏に厚く感謝

する。

2 試 験 方 法

本試験は比較的，地理的条件の良好（距岸100～500mに漁場が限られ底質は砂，砂利及び岩石にして，ワカメ，天グサ，昆布，アカハタ等が繁茂している）且，根付魚（アイナメ，ソイ，タナゴ，タイ，カレイ類其の他）が豊富で底刺網漁業試験には最適なる海区即，青森県下北郡大間町（人口8200，戸数1330，生活状況：半農半漁）の大間港を最北限としてこれより南の高磯崎，細間崎，根田内崎，中磯及び白砂に至る海区で行つた。

尚，試験網としては下記5種類のものを試作し毎回の試験には之等数種連結し昭和33年5月中旬より同年7月中旬の2ヶ月間（当海区に，アイナメ，ソイ，スズキ，カレイ等が比較的接岸する時期）に20回試験操業（投網：16時，揚網：6時と定む）し好天気の場合には水中眼鏡にて布設網の状態を観察し且，試験期間中における各種試験網の漁獲成績の優劣を検討した。

試験網は下記A～Eの5種類である。

A：アミラン　2年目網　無染　10反　中網：6.7cm目　外網：24.2cm目
B：綿　網　新　網　無染　3反　中網：8.5cm目　外網：30.3cm目
C：アミラン　新　網　無染　5反　中網：7.6cm目　外網：24.2cm目
D：アミラン　新　網　空色染　5反　中網：9.1cm目　外網：30.3cm目
E：アミラン　新　網　空色染　5反　中網：10.6cm目　外網：36.4cm目

尚此の試験操業に使用した漁船は次の如くである。

網船：磯舟長さ6.1m，巾1.45m，高さ 76cm のもの1隻とこれを漁場迄曳航した動力船：3㌧，Diesel Engin 8HPのもの1隻の計2隻である。

3 試 験 結 果

観察並に試験結果を記す前に上記試験網の構造及び漁法，漁業試験位置に就き詳記する。

第1表には試験網の構造を，第1図には新網のB及びC（D，EもCと稍々同一構造である）の各局部の

Table 1. The construction of experiment nets

Sign of investigated net	Part-name of net	Material and number	Size of mesh	Knot	Number of mesh	Length of net	Reefing	Length of finished net	Net height
A	Inside net	Amilan210.D No. 1	6.7 cm	T.K	31	50.5 m	0.55	22.7 m	1.8 m
	Outside net	No. 2	24.2	〃	9	37.9	0.4	22.7	1.8
B	Inside net	C20′S No. 2	8.5	〃	24	50.5	0.55	22.7	1.8
	Outside net	No. 2	30.3	〃	8	37.9	0.4	22.7	1.8
C	Inside net	Amilan 210.D No. 1	7.6	〃	27	50.5	0.55	22.7	1.8
	Outside net	No. 2	24.2	〃	9	37.9	0.4	22.7	1.8
D	Inside net	No. 1	9.1	〃	23	50.5	0.55	22.7	1.8
	Outside net	No. 2	30.3	〃	8	37.9	0.4	22.7	1.8
E	Inside net	No. 1	10.6	〃	19	50.5	0.55	22.7	1.8
	Outside net	No. 2	36.4	〃	6	37.9	0.4	22.7	1.8

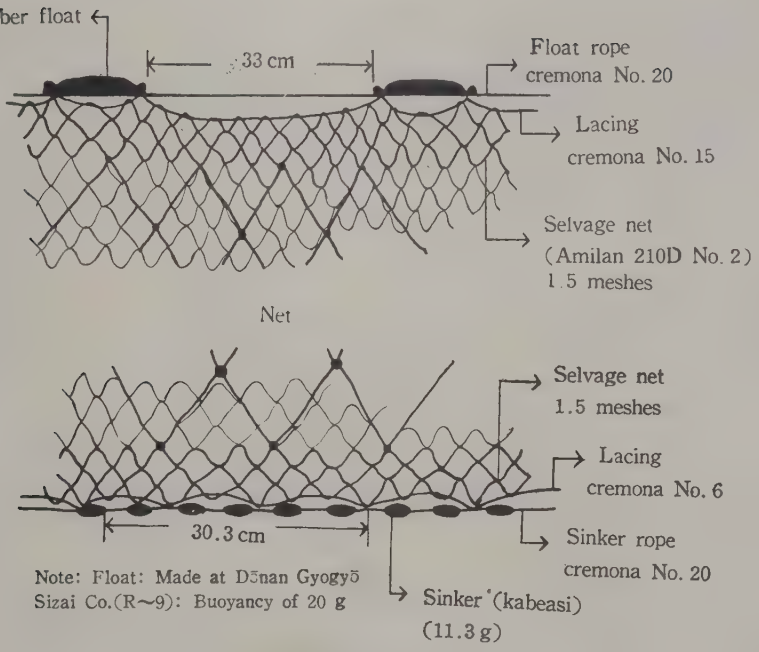


Fig. 1-1. The construction of upper and lower part of the tested net : B

構成を示し，第2図には操業図を又第3図には之等試験網での試験位置（漁場）を示したものであり第2表は之等試験成果である。

全試験期間を通じ試験網Aは15回，Bは9回，Cは11回，Dも11回，Eは9回それぞれ使用したがこれは同一海区でA～Eの全試験網を試験した際，之等の漁獲成績が各海区共にA，C，D，E，Bの順にあり従つて漁獲成績の優秀なAとの比較の意から使用回数が自然多くなり上記の如き結果となつた次第である。

尚，第2表で解る如く5～7月に於ける漁業試験位置の中で最も有望なる位置は根田内崎と白砂川との中間，水深15.2m以内（底質は砂，砂利及び岩石が少々）であり，アイナメ，ソイ（岩石）ヒラメ，マガレ（砂，砂利）等が多く棲息している。尚，当海区の水深15.2m以深は岩礁で底刺網の布設には不適当である。次いで細間崎（距岸600m附近迄は砂，砂利，岩石）高磯（砂利，岩石）根田内崎（距岸100m以上岩石）の海区の順であつた。

以上の四海区で之等試験網での漁獲成績を見るに，（第2表参照）

(1) 漁獲試験初期の漁獲成績不良の原因としては試験海区一帯に繁茂している所謂，青草（アイサ）が時化に依り其の根がゆるみ，流されこれが布設網の目に綿状に絡み獲魚が殆んど無かつた。

(2) アミラン網に就いてはAが最良であり中網の目合が大きな網になるに従い即，C，D，Eの順に成績が悪い。（中網及び外網をA以下の小目のものを所有，使用せし人の話に依ると大間海区では比較的，之等の網では小魚のみ罹る率が多いとの事である。）

(3) B（綿網）はアミラン網と殆んど同一なる仕立にしたにもかかわらず上記四海区で操業した結果，一度も漁獲らしい漁獲が無かつた。これが原因を探究すべく水中眼鏡で布設されている本網を覗いて見ると綿

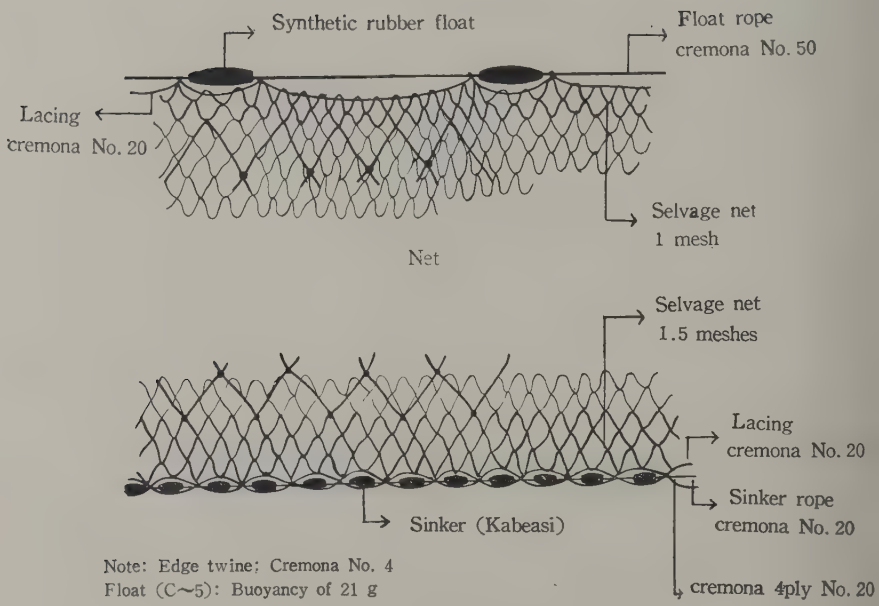


Fig. 1-2. The construction of upper and lower part of the tested net : C

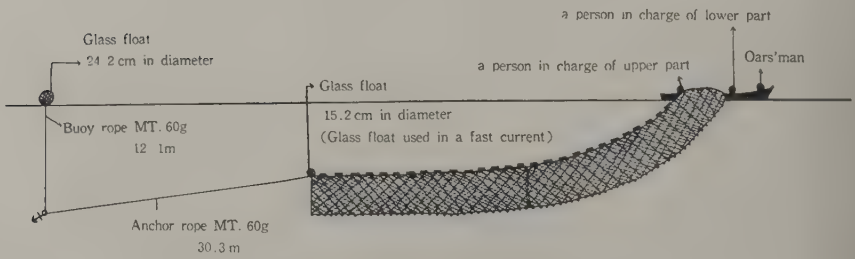


Fig. 2. Trinal gill net shown in fishing position

糸20番手2号の網糸に·あたかも5～6号位に太く見え，為に魚が近寄つて来た場合，此の目立つ網を避け又網そのものが重い為，潮下に倒される傾向が強く之等の点が原因している様に思われる。此の点，アミランの網糸（中網：1号，外網：2号）は水中では非常に細く見え魚が近寄つた場合，障害にならず又海が少々濁つている時は網が見えない事もある。為に魚が不知不感の中に罹網する結果となる。尚，試験網の染色効果の点であるが海の澄んでいる場合，空色の網の所在が見え難く良効果がある様に思われ濁つている場合は之等染色効果は余りない。

(4) 中網が6.7cm～9.1cmの範囲では罹魚は余り大きな纏絡をせず，吻部が少しく中網に罹り胴体は外網に罹つて丁度，袋中に入つている状態であり斯様な時は揚網時迄罹魚は生きている。

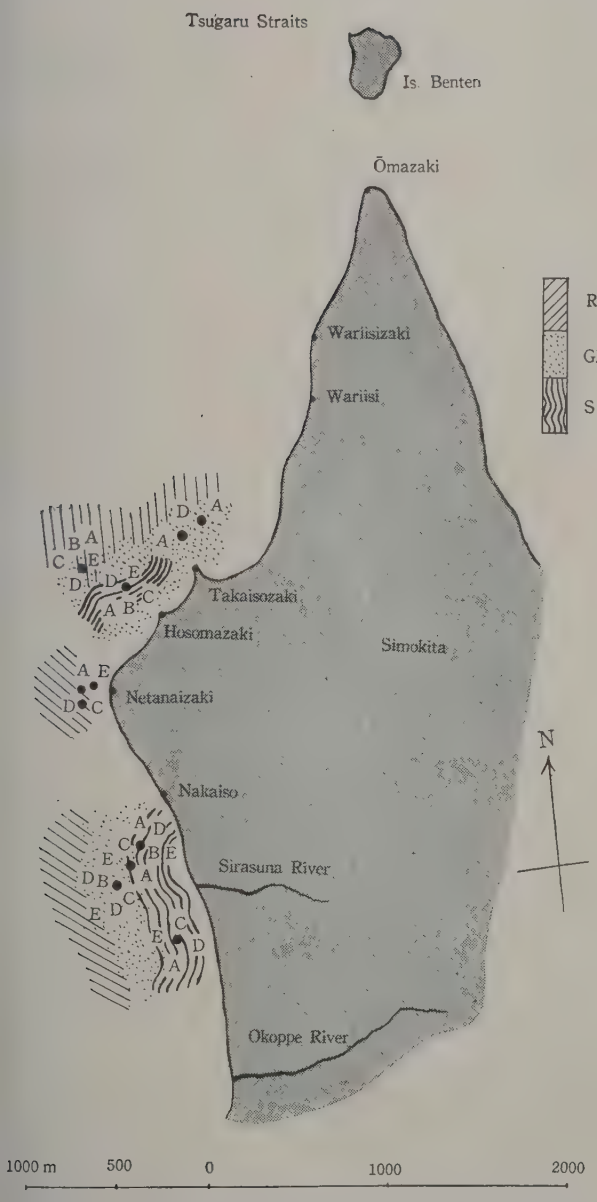


Fig. 3.　Experimental positions of trinal gill net

(5) 中網が9.1cm以上になると纏絡が大きく中網に鰓，胴等が深く罹り魚が死んでいる事が多く斯様な時は魚に塩虫がつき揚網時には骨と皮になつていたり，魚体が相当いたんでいた場合もあつた。(塩虫の最も多くつく時期は7，8月)

(6) D，Eは中網，外網の目合に多少の差こそあれ潮流 1.5～2哩位の時には漁獲成績に大差は無かつた。斯様な時は各々の網がそれぞれ潮の強さに応じて潮下の方へ倒れ気味になるが必ず少しく袋状になつている。更に強潮時，海底が岩石で凹凸の多い処などで操業する場合，これにかかり破網する恐れがあり斯様な時には漁場を良く撰定するを要す。

(7) 潮流0.5哩内外での網の布設状況を見るに，中網を中心に外網は左右対照に，三枚網独特の所謂，袋状に開き罹魚には最良状態となる。

(8) 試験結果より見て外網の24.2cm，30.3cm及び36.4cmの目合の相異は漁獲成績には余り関係しなかつた。

4　総　　括

以上の試験結果より見るに

1　三枚網は潮流の可成り強い海区に於いてもこれを底刺網として使用した場合，従来の綿底刺網より漁獲成績が優秀である。

2　漁獲試験結果に依ると，ソイ，アイナメ其の他カレイ類を目的とした三枚網の中網の目合は6.7cm～9.1cmが最適である。

Table 2. Results of fishing experiments

Date	Weather	Wind		PPP	TT	Current	Fishing ground	Depth (m)	Bottom material
15/5	C	NW	3	850	12	E	Netanaizaki N 100m	7.6	R
17	b	W	3	870	13	E	Hosomazaki NW 500m	10.6	GR.R
21	C	NW	2	880	14	E	Hosomazaki NW 200m	10.6	GR.S
							Minatonosaki NW 300m	10.6	GR.S
22	r	NW	4	890	15	E	Netanaizaki NW 200m	7.6	R
3/6	C	E	4	100	19	E	Hosomazaki NW 200m	7.6	GR.S
							Takaiso NW 100m	10.6	G.RR
4	b	SE	3	990	18	E	Hosomazaki NW 200m	9.1	GR.S
10	b	SW	4	010	19	E	Nakaiso SW 300m	10.6	S.GR
12	r	SE	3	990	17	E	Nakaiso SW 400m	10.6	S.GR
14	C	SW	3	010	17	E	Nakaiso SW 400m	12.1	S.GR
17	b	E	4	050	16	E	Hosomazaki NW 500m	10.6	GR.R
18	C	E	4	090	16	E	Nakaiso SW 400m	13.6	S.GR
19	C	E	3	050	16	E	Nakaiso SW 300m	12.1	S.GR
29	C	SW	5	030	19	E	Nakaiso SW 400m	12.1	S.GR
2/7	C	E	3	090	18	E	Nakaiso SW 300m	10.6	S.GR
							Sirasuna SW 200m	12.1	S.GR
8	C	E	3	070	19	E	Nakaiso SW 400m	10.6	S.GR
							Sirasuna SW 300m	12.1	S.GR
9	b	E	3	080	21	E	Nakaiso SW 500m	12.1	S.GR
10	C	E	4	090	21	E	Netanaizaki NW 100m	10.6	R
							Hosomazaki NW 200m	13.6	S.GR
11	C	E	4	090	21	E	Nakaiso SW 400m	12.1	S.GR
							Sirasuna SW 300m	13.6	S.GR
13	b	E	5	100	21	E	Sirasuna SW 300m	12.1	S.GR
14	b	E	3	100	21	E	Nakaiso SW 400m	12.1	S.GR

T_t T_t	Test nets	Catch of Several fish grouping (kg)	Total(kg) catch	Remark
11	A. E	Greenling : 7.5	7.5	
11	A. D	Greenling : 3.8	3.8	
12	E A	Yellow-fine sole : 7.5 Greenling : 3.8	11.3	
13	A. E			
14	A A.B.D	Greenling	7.5	No catch in case of cotton net
14	A.B.D	Greenling	3.8	ditto
14	A.B.C.D	Greenling : 11.3 Rock fish : 11.3 Suzuki : 5.7 Sharks : 41 Tai : 2.6 Yellow-fine sole : 3 Common flounder : 3.8	78.7	ditto
14	C. E	Greenling : 5.7 Suzuki : 15 Tai : 2.3 Common flonnder : 1.9	24.9	
15	A.B.C.D	Greenling : 5.7 Yellow-fine sole : 3.5 Tai : 1.5 Sharks : 56.3	67.0	No catch in case of cotton net
15	B.C.E	Greenling	18.8	ditto
15	B.C.D	Greenling : 5.7 Common flounder : 9.4 Suzuki : 5.7 Tai : 3	23.8	ditto
15	B.C.D	Greenling : 8.3 Tai : 1.5 Common flounder : 1.1 Yellow-fine sole : 5.6	16.5	ditto
18	A.B.E	Greenling : 6.5 Sharks : 34.5 Tai : 3.8	44.8	ditto
18	A.B.C D	Greenling : 6.4 Yellow-fine sole : 41.3	47.7	ditto
18	E A	Greenling : 18.8 Common flounder : 15	33.8	
20	D. E	Greenling : 8.4 Common flounder : 2.6 Yellow-fine sole : 13.2 Tai : 0.8	25.0	
20	C A	Greenling : 15	15.0	
20	C D	Greenling : 11.3 Common flounder : 3 Tai : 0.7 Yellow-fine sole : 7.5 Suzuki : 1.2	23.7	
20	A.C.E	Yellow-fine sole : 20.7 Suzuki : 1.1 Tai : 0.4	22.2	
20	A.C.D	Greenling : 9.8 Yellow-fine sole : 0.7	10.5	

3　外網の24.2cm，30.3cm及び36.4cmの目合の相異は漁獲成績には余り関係ない。

4　綿網の三枚網は試験結果より見て不適当である。

5　三枚網は無染色にて使用するよりも染色して使用した方が漁獲率が良いと思われる。

6　三枚網は魚を緩絡させて漁獲するのが目的であり本試験結果より見て更に幾分細目の網糸を使用しても良いと思われ此の点，資材の面から見て安価で且経済的でもある。

5 結　　言

以上の如く合成繊維でつくられた三枚網が其の構成上から見ても独特のものであり従来の一枚底刺網に比べ非常に漁獲率が優秀である事が解つた。今後，之等構成を更に変え且，潮流に対する網の布設状況等を詳細に観察したいと思つている。

本試験に要した経費の一部は水産科学研究奨励会補助金に依るものであり附記して謝意を表します。

文　　献

1) 瀬戸内海漁業調整事務局 (1954). 瀬戸内海の漁業 11 (1).

函館産カレイ類の品質

第3報　品質を決定する要因

2　品質と魚肉の一般成分（水分，灰分，脂肪，蛋白）

大石圭一
（北海道大学水産学部水産食品化学教室）

Quality of Flatfish from Hakodate

Part 3. Factors deciding the quality

2. Relations between the quality and ordinary chemical constituents

Keiichi ŌISHI

Abstract

Various views on the content of fat of fish flesh are prevalent in Japan. Some of them are as follows:

(1) The fatty meat generally is regarded more palatable than the lean.

(2) The palatability of some species of fish changes seasonally; change is partly due to the variation of amount of fat.

(3) The amount of fat is varied in connection with the spawning season of the fish.

(4) The increase of fat is always accompanied by a decrease of moisture of the flesh.

In order to examine the above mentioned points, and to find the factors affecting the food quality, viz., the relations between the quality and ordinary constituents (moisture, ash, crude fat and crude protein), this study has been caried out using fifteen species of flatfish commonly found on the market in Hakodate district. The results of the analyses by usual methods are given after mature consideration.

The mean values resulting from analyses of the fifteen species for twelve months are as follows: moisture 79 %, ash 1 %, crude fat 2%, crude protein 18 %.

Regarding the fat content, the following tendencies have been observed: The fat content decreases in the spawning season, and also decreases from spring to summer followed by increases from autumn to winter.

The degree of the variation of the ordinary chemical constituents during twelve months is indicated by means of the coefficent of variation, C. The value, C, of fat content is the largest. Generally, because of the less content of fat of the flatfish, it can not be concluded that the moisture content varies to counterbalance the amount of fat. This phenomena is ascertained by calculating coefficent of correlation (r) among moisture, crude fat and crude protein, respectively.

As to the relations between the quality and the ordinary chemical constituents, tested as described in this paper, the fish rich in protein is suprem in quality, while the one rich in fat is inferior. The degree of moisture content has no relationship to the quality.

まえがき

これは化学的分析よりもむしろ調理などの経験から自然に発生したものと思われるが，魚肉に対しても，鳥獣肉に対しても“脂がのつて旨い”と言われる。このことは我国で特に魚に対して言われ，更に敷衍され

て“シュンには脂がかかつてうまい”ということにもなり，事実マグロがシュンに近づくにつれて脂肪が増え，シュンに於いて最高に達し，シュンが終るにつれて減少することが化学的に認められている[1]。この他にも，サケ[2]，サンマ[3]，ホッケ[4]，ブリ[5]などの一般成分を定量し，シュンとか産卵期前に脂肪が多くなつているというデーターは少くないのであるが，近似した多くの魚種について年間を通じて徹底的に測定した結果はまずない。

カレイ類の場合，シュンや産卵期に関連して一般成分はどの様に特色ある変化をしており，それが品質とどの様な関係になつているのであろうか。一般にカレイ類は低脂肪魚類と考えられているが，中にはアブラガレイの如きものもあつて，これはその名が示す様に体脂肪が非常に多い。このアブラガレイは高含脂率にも拘らず品質は極めて劣悪であつて，従来一部に考えられていた様な魚肉の品質に対する脂肪の影響とは異つたものがある様に思われる。アブラガレイ以外では体脂肪含量と品質との関係はどのようになつているであろうか。この研究では，脂肪をも含めた食品の一般成分を分析対象として函館産15種のカレイ類を月毎に1年間分析し，一般成分の変動の様相及びそれらと品質との関係を考察した。

実験及び結果

試料とした魚は函館市の魚市場で購入した中等大のものである。原則として魚は1魚種につき雌1尾を試料としたが，時には数尾の場合もあつた。全魚体より精肉のみを採取して挽肉となし，よく混ぜて分析に供した。分析操作は全く常法によつた。即ち水分は100°Cの乾燥減量物で，灰分は灼熱残渣量で示し，脂肪はエーテル可溶物のいわゆる粗脂肪であり，蛋白は全窒素を測定して6.25を乗じたいわゆる粗蛋白である。この論文ではまぎらわしい場合を除いて粗脂肪，粗蛋白は単に脂肪，蛋白と称している。以上の水分，灰分，脂肪，蛋白でその含量総計がほぼ100%に達する故，この場合は以上の4成分を以て魚肉の一般成分と見なした。分析の結果をまとめて第1表に示した。表の中の鮮度とはその魚が硬直以前の状態か，硬直中か，或は硬直期以後のものであるかによつて，それぞれ“前”“硬”“後”の記号で示した。魚がまだ活きていたものは“活”で示した。価格は375g即ち百匁当りの小売価格である。性別は雄の場合には記号“♂”で示し，

第1表 一般成分の分析試料及び分析結果

1 ヒ ラ メ *Paralichthys olivaceus*

年	月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
日	附	6	15	17	31	18	4	13	2	2	5	29	12
産	地	上磯	住吉町	大森浜	噴火湾	大森浜	噴火湾	上磯	江差	上磯	上磯	札刈	森
価	格 円/375g	70	50	55	60	90	120	90	70	60	50	70	60
鮮	度	硬	硬	硬	後	硬	硬	硬	硬	硬	硬	後	硬
全	長 cm	34.8	38.0	40.5	33.5	40.5	44.0	32.0	41.7	37.8	38.3	38.8	36.5
体	重 g	380	605	895	380	585	415	365	725	550	560	585	470
性	別								♂				
生殖巣重量	g	1.0	3.0	4.0	2.0	5.5	7.3	1.4	4.8	1.4	2.6	2.5	2.1
水	分 %	80.17	77.46	77.73	75.74	73.05	77.43	78.28	78.41	78.91	76.62	76.60	77.91
(Moisture)		80.50	77.82	77.96	75.77	73.35	77.66	78.36	78.49	78.95	76.88	76.63	77.96
灰	分	1.17	1.31	1.13	1.22	1.25	1.31	0.93	1.21	1.01	1.21	1.20	1.27
(Ash)		1.22	1.33	1.17	1.26	1.27	1.34	1.25	1.22	1.16	1.33	1.24	1.28
粗 脂 肪		0.11	1.33	2.23	1.13	1.89	2.05	0.14	0.79	0.43	0.81	0.17	0.11
(Crude fat)		0.11	1.75	2.29	1.21	2.19	2.18	0.15	0.87	0.43	0.81	0.20	0.12
粗 蛋 白		18.79	18.91	18.56	20.96	22.41	18.84	20.04	20.19	19.73	21.99	22.34	21.05
(Crude protein)		18.79	18.94	18.59	21.04	22.42	18.86	20.11	20.47	19.74	22.01	22.44	21,08
合 計 平 均		100.43	99.43	99.83	99.17	98.92	99.79	99.63	100.83	100.18	100.83	100.43	100.39

2 オヒョウ *Hippoglossus stenolepis*

年	月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
日附		27			31	4	6	27	11	18			
産地		噴火湾			噴火湾	大森浜	噴火湾	大森浜	江差	住吉町			
価格	円/375g	45			70	80	80	70	45	60			
鮮度		後			硬	硬	硬	後	後	後			
全長	cm	62.5			39.5	43.0	57.0	67.0	71.0	65.0			
体重	g	2600			675	780	1980	3375	3750	2740			
性別													
生殖巣重量	g	12.0			2.3	3.0	11.2	18.0	24.7	2.7			
水分	%	76.90			79.87	78.90	79.60	77.95	79.53	78.70			
(Moisture)		76.93			79.89	78.99	79.88	78.05	79.59	78.71			
灰分		1.02			1.28	1.35	0.94	1.24	1.29	1.36			
(Ash)		1.02			1.40	1.48	0.95	1.24	1.32	1.39			
粗脂肪		1.58			0.12	0.12	0.17	0.67	0.34	0.69			
(Crude fat)		1.59			0.12	0.18	0.18	0.71	0.35	0.72			
粗蛋白		19.88			19.03	19.42	18.45	20.66	19.41	19.98			
(Crude protein)		19.88			19.09	19.42	18.80	20.66	19.52	20.15			
合計平均		99.40			99.17	99.93	99.49	100.59	100.30	100.85			

3 マガレイ *Limanda sp.*

日附		11	8	1	30	24	17	10	7	3	1	27	12
産地		上磯	大森浜	噴火湾	大森浜	大森浜	大森浜	上磯	下海岸	上磯	戸井	砂原	森
価格	円/375g	50	75	43	55	60	45	40	60	30	35	60	60
鮮度		硬	硬	硬	硬	硬	硬	硬	後	硬	後	後	硬
全長	cm	32.0	38.0	38.7	34.0	34.5	45.0	39.5	32.4	34.6	37.0	30.9	30.3
体重	g	530	895	1018	425	635	1245	715	435	625	550	325	415
性別												♂	
生殖巣重量	g	4.5	17.0	58.3	35.0	117.0	363.0	24.1	32.8	2.1	132.4	1.7	2.0
水分	%	77.29	77.82	76.80	80.01	79.60	83.57	82.92	79.36	79.42	81.17	79.29	77.38
(Moisture)		77.77	77.84	76.90	80.13	80.17	83.71	82.95	79.44	79.55	81.42	79.50	77.50
灰分		1.24	1.25	1.27	1.00	1.11	0.93	1.00	1.07	1.27	1.01	1.07	1.30
(Ash)		1.25	1.39	1.28	1.01	1.24	0.97	1.13	1.08	1.32	1.02	1.09	1.33
粗脂肪		1.53	1.04	1.96	1.34	0.67	0.59	0.25	0.47	0.40	0.38	0.57	0.19
(Crude fat)		1.56	1.06	2.06	1.36	0.76	0.62	0.63	0.50	0.42	0.46	0.84	0.32
粗蛋白		19.35	19.25	19.41	16.86	18.15	14.38	15.22	18.36	18.49	17.59	19.34	21.17
(Crude protein)		19.35	19.25	19.88	16.93	18.29	14.66	15.24	18.39	18.70	17.79	19.55	21.17
合計平均		99.67	99.45	99.78	99.32	100.00	99.72	99.67	99.34	99.79	100.42	100.63	100.18

4 マツカワ *Verasper moseri*

日附		11	23	17	29	18	6	23	9	2	12	26	12
産地		上磯	噴火湾	大森浜	噴火湾	大森浜	噴火湾	上磯	上磯	上磯	上磯	噴火湾	鹿部
価格	円/375g	40		50	60	70	60	70	50	35	60	50	70
鮮度		硬	硬	硬	後	硬	硬	硬	硬	硬	硬	後	後
全長	cm	34.0	46.0	40.0	34.0	35.5	35.0	40.0	34.5	32.8	36.9	28.3	35.7
体重	g	625	1370	995	510	630	650	915	560	585	635	345	635
性別			♂										♂
生殖巣重量	g	2.0	49.5	2.5	2.0	3.0	2.4	4.5	3.0	2.6	0.7	0.8	0.3

年月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
水分 %	79.23	76.76	74.64	79.49	79.45	79.49	79.77	79.97	80.15	80.80	79.93	78.27
(Moisture)	79.29	76.95	74.80	79.49	79.56	79.70	79.77	80.03	80.24	80.84	80.02	78.34
灰分	0.98	1.04	0.93	1.10	1.14	1.15	1.16	1.18	0.72	0.92	1.04	1.21
(Ash)	0.99	1.07	0.95	1.18	1.14	1.15	1.23	1.18	0.77	0.98	1.10	1.25
粗脂肪	1.91	3.87	9.57	1.10	1.43	0.93	0.57	0.20	0.60	0.67	0.42	1.02
(Crude fat)	1.93	3.87	9.82	1.11	1.47	1.10	0.59	0.23	0.63	0.67	0.50	1.03
粗蛋白	17.76	18.14	14.70	18.30	18.09	17.70	18.63	18.49	18.08	18.09	18.72	19.84
(Crude protein)	17.76	18.15	14.84	18.39	18.18	17.75	18.68	18.50	18.23	18.28	18.84	19.91
合計平均	99.93	99.93	100.13	100.08	100.23	99.49	100.20	99.79	100.20	100.63	100.29	100.44

5 ミズクサ *Eopsetta grigorjewi*

日附	18	19	14	29		5	12	9	6	2	25	10
産地	函館	住吉町	住吉町	山背泊		噴火湾	森	山背泊	住吉町	江差	山背泊	山背泊
価格 円/375g	40	40	30	70		50	35	50	35	15	50	40
鮮度	硬	硬	後	硬		硬	硬	硬	後	後	後	後
全長 cm	31.0	31.8	32.5	36.5		33.5	32.0	36.6	33.1	29.3	28.6	30.0
体重 g	254	450	405	480		370	270	565	350	230	245	265
性別									♂			
生殖巣重量 g	3.0	10.0	2.0	35.0		25.7	13.4	100.6	45.7	0.9	1.3	7.5
水分 %	77.10	74.31	78.48	78.63		78.00	79.16	78.90	77.72	75.27	75.15	79.00
(Moisture)	77.10	74.39	78.72	78.79		78.14	79.45	79.01	77.74	75.27	75.22	79.16
灰分	1.22	1.27	1.03	1.11		0.92	1.02	1.21	1.21	1.20	1.26	1.05
(Ash)	1.23	1.27	1.06	1.12		0.92	1.04	1.28	1.24	1.23	1.26	1.14
粗脂肪	2.07	3.30	3.03	2.09		2.16	0.85	0.29	1.00	1.94	1.33	0.70
(Crude fat)	2.13	3.40	3.05	2.10		2.22	1.07	0.30	1.14	2.02	1.41	0.83
粗蛋白	19.73	21.10	17.06	17.83		18.07	18.89	19.67	20.65	21.32	22.87	19.09
(Crude protein)	19.73	21.33	17.17	17.89		18.12	18.89	19.75	20.79	21.43	22.90	19.17
合計平均	100.16	100.19	99.80	99.78		99.28	100.14	100.21	100.75	99.90	100.70	100.07

6 イシガレイ *Kareius bicoloratus*

日附	1	16	13	14	2	7	19	2	2	1	23	17
産地	函館	札幌	刈羽	大森浜	大森浜	大森浜	上磯	住吉町	上磯	札幌	砂原	森
価格 円/375g	40	30	23	50	40	40	40	30	50	25	40	60
鮮度	硬	硬	後	硬	活	硬	後	活	硬	硬	硬	後
全長 cm	32.0	32.5	34.0	37.0	26.8	24.5	38.0	44.8	38.0	39.4	34.4	41.2
体重 g	455	375	470	575	211	198	500	790	680	668	530	900
性別		♂								♂		
生殖巣重量 g	10.0	10.0	10.0	6.0	0.1	1.1	7.8	14.3	4.8	1.3	0.4	8.3
水分 %	79.34	75.14	80.56	79.96	79.02	79.56	82.78	83.63	79.07	77.16	76.37	76.58
(Moisture)	79.48	75.26	80.87	80.17	79.07	79.63	82.80	83.67	79.21	77.23	76.46	76.62
灰分	1.05	1.28	1.08	1.24	1.20	1.16	1.20	1.18	1.36	1.15	1.12	1.32
(Ash)	1.28	1.30	1.09	1.30	1.21	1.17	1.20	1.19	1.37	1.18	1.37	1.44
粗脂肪	1.32	5.61	0.70	1.23	0.89	0.22	0.06	0.41	0.67	2.31	1.21	0.80
(Crude fat)	1.54	5.78	0.81	1.26	0.94	0.24	0.07	0.45	0.78	2.33	1.30	0.91
粗蛋白	18.05	18.89	16.72	18.23	18.57	18.06	15.80	15.21	18.35	19.38	20.99	21.40
(Crude protein)	18.05	19.06	16.77	18.27	18.64	18.17	15.86	15.33	18.37	19.43	21.36	21.49

年 月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
合計平均	100.06	101.16	99.30	100.83	99.87	99.16	99.90	100.56	99.59	100.09	99.90	100.28

7 ババガレイ *Microstomus achne*

日附	4	15	14	16	15	4	21	4	1	1	26	10
産地	森	住吉町	大森浜	遠洋	噴火湾	大森浜	噴火湾	戸井	木古内	戸井	森	森
価格円/375g	40	40	35	45	30	50	30	40	40	35	40	50
鮮度	後	硬	後	後	硬	硬	後	後	後	後	後	後
全長 cm	33.3	41.0	34.0	34.0	28.0	38.0	33.8	38.0	40.0	40.7	37.5	30.6
体重 g	478	790	475	400	208	595	475	650	980	795	605	385
性別												♂
生殖巣重量 g	4.0	9.9	5.0	4.5	1.3	74.0	63.0	10.5	8.7	8.4	19.8	2.0
水分 %	78.77	79.14	82.35	77.39	79.21	84.30	82.50	82.01	80.00	78.71	78.64	79.00
(Moisture)	79.03	79.23	82.35	77.60	79.24	84.59	82.55	82.03	80.14	78.95	78.68	79.07
灰分	0.97	1.13	0.98	0.91	0.98	0.94	0.96	0.75	0.90	1.07	1.01	0.82
(Ash)	0.97	1.14	0.98	0.93	1.26	0.98	0.99	0.82	0.99	1.13	1.05	1.05
粗脂肪	3.19	2.04	0.99	5.12	2.07	0.49	0.81	1.64	1.56	0.98	2.00	0.79
(Crude fat)	3.41	2.69	1.17	5.13	2.11	0.52	0.82	1.77	1.62	1.04	2.51	0.83
粗蛋白	17.16	16.50	15.45	16.37	16.17	14.01	15.51	15.50	18.00	18.89	17.60	18.88
(Crude protein)	17.16	17.03	15.56	16.48	16.48	14.18	15.63	15.50	18.03	19.06	17.62	18.98
合計平均	100.33	99.47	99.92	99.97	98.76	100.01	99.89	100.01	100.62	99.92	99.56	99.71

8 アサバ *Lepidopsetta mochigarei*

日附	9	16	14	16	9	4	12	12	8	14	22	20
産地	噴火湾	噴火湾	噴火湾	噴火湾	噴火湾	噴火湾	森	山背泊	噴火湾	噴火湾	利尻	広尾
価格円/375g	30	25	25	30	40	30	35	25	30	40	20	20
鮮度	後	硬	硬	後	硬	硬	後	後	後	後	後	後
全長 cm	37.5	37.5	41.2	32.5	34.0	30.0	37.0	36.5	37.3	41.0	25.8	32.3
体重 g	575	705	1000	495	540	305	550	695	785	975	188	450
性別		♂				♂						
生殖巣重量 g	15.0	30.0	200.	93.0	6.0	5.0	14.6	24.6	26.3	39.8	1.1	25.1
水分 %	79.65	78.14	77.03	80.92	79.15	78.57	81.85	79.57	78.56	77.87	78.86	79.66
(Moisture)	79.73	78.82	77.39	81.36	79.27	78.61	82.09	79.71	78.57	77.92	78.94	79.75
灰分	1.07	1.01	0.98	0.23	1.23	0.90	1.04	0.93	0.93	0.90	1.01	0.83
(Ash)	1.08	1.02	0.99	0.29	1.36	0.94	1.14	1.00	0.94	1.03	1.01	0.91
粗脂肪	1.94	2.34	5.13	2.01	1.32	1.19	0.50	0.96	1.47	0.47	0.49	1.00
(Crude fat)	1.98	2.44	5.23	2.08	1.44	1.28	0.75	0.98	1.48	0.47	0.49	1.15
粗蛋白	17.90	16.88	16.80	16.15	17.77	17.71	16.31	18.15	19.49	21.10	19.45	18.39
(Crude protein)	17.90	17.16	17.10	16.25	17.82	17.95	16.31	18.19	15.56	21.14	19.54	18.44
合計平均	100.63	98.90	100.33	99.65	99.63	98.58	100.00	99.75	100.49	100.45	99.90	100.07

9 アカガレイ *Hippoglossoides dubius*

日附	4	23	13	14	16	1	12	16	10	7	22	10
産地	森	噴火湾	噴火湾	大森浜	噴火湾	噴火湾	森	噴火湾	噴火湾	砂原	砂原	森
価格円/375g	40		25	45	50	40	35	25	30	20	45	40
鮮度	後	硬	硬	硬	硬	後	後	硬	後	後	後	硬

年月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
全長 cm	43.5	41.0	34.0	37.5	36.0	38.5	43.5	41.2	35.7	33.0	38.5	36.0
体重 g	913	700	375	495	400	530	925	720	355	330	485	350
性別												
生殖巣重量 g	55.0	42.0	25.0	36.0	49.0	49.5	230.	16.1	6.9	3.5	13.4	7.5
水分 %	77.93	78.30	79.03	79.52	79.99	81.09	79.23	82.60	81.05	79.88	79.75	80.46
(Moisture)	78.39	78.40	79.11	79.85	80.00	81.14	79.28	82.68	81.06	79.89	80.02	80.50
灰分	1.12	0.95	1.03	1.06	1.06	0.93	0.96	0.89	0.92	0.97	1.01	0.94
(Ash)	1.12	1.00	1.16	1.09	1.35	0.99	0.97	0.94	0.93	1.00	1.03	0.98
粗脂肪	2.61	2.96	2.28	0.94	1.51	1.05	1.17	0.99	0.59	0.56	0.66	0.31
(Crude fat)	2.72	2.98	2.38	0.95	1.64	1.05	1.24	1.00	0.60	0.57	0.68	0.31
粗蛋白	17.16	17.81	17.70	18.14	17.39	17.25	18.30	15.81	17.57	18.94	19.04	18.83
(Crude protein)	17.46	17.93	17.85	18.20	17.49	17.46	18.30	15.92	17.60	19.05	19.05	18.87
合計平均	99.26	100.17	100.27	99.88	100.12	100.48	99.73	100.42	100.16	100.43	100.62	100.60

10 カワガレイ *Platichthys stellatus*

日附	15		21	16	2	2	14	26	8	5	22
産地	上磯		上磯	噴火湾	大森浜	住吉町	上磯	森	上磯	上磯	利尻
価格 円/375g	30		35	50	40	50	45	30	40	30	20
鮮度	活		硬	硬	硬	活	活	硬	活	硬	後
全長 cm	40.0		38.0	43.5	27.0	31.0	37.0	33.3	49.0	48.7	29.4
体重 g	980		865	1290	285	410	600	540	1465	1775	320
性別							♂				
生殖巣重量 g	65.0		55.0	177.	2.0	3.0	25.3	0.4	55.2	55.0	2.0
水分 %	75.57		77.30	73.55	76.61	78.16	76.22	80.62	80.01	77.53	79.87
(Moisture)	75.69		77.38	73.95	76.94	78.28	76.45	80.73	80.12	77.56	80.02
灰分	1.00		1.08	1.12	1.09	1.16	1.07	1.03	1.14	1.12	0.82
(Ash)	1.02		1.11	1.12	1.10	1.19	1.09	1.08	1.14	1.19	0.93
粗脂肪	4.86		5.59	6.20	4.79	2.50	6.11	1.11	1.59	1.10	0.74
(Crude fat)	5.02		5.65	6.37	4.84	2.56	6.23	1.18	1.64	1.15	0.74
粗蛋白	18.79		16.80	18.25	17.31	17.57	15.87	17.82	17.37	20.47	17.99
(Crude protein)	18.79		16.95	18.61	17.39	17.59	15.87	17.86	17.42	20.57	18.09
合計平均	100.37		100.93	99.59	100.04	99.51	99.46	100.72	100.22	100.35	99.60

11 ナメタ *Glyptocephalus stelleri*

日附	21	28	23	23	3	1	18	9	10	28	27	12
産地	噴火湾	噴火湾	大森浜	落部	大森浜	噴火湾	森	山背泊	噴火湾	福島	噴火湾	森
価格 円/375g	25	20	25	20	40	40	35	35	35	25	20	25
鮮度	後	硬	後	硬	硬	後	後	硬	後	後	後	後
全長 cm	28.9	30.5	29.5	28.5	29.0	33.0	29.4	34.9	39.6	34.7	28.3	28.7
体重 g	163	235	185	240	180	310	155	565	477	290	165	195
性別												
生殖巣重量 g	4.0	9.0	4.6	40.8	1.5	15.2	1.4	61.2	39.1	9.7	4.8	0.8

年月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
水分 %	79.61	79.31	80.51	76.42	80.85	81.58	80.42	79.28	83.92	83.08	80.36	79.02
(Moisture)	79.65	79.45	80.84	76.51	81.24	81.61	80.49	79.38	83.96	83.12	80.38	79.08
灰分	1.05	1.05	0.90	1.16	1.06	0.92	0.95	1.09	0.76	0.87	0.59	0.87
(Ash)	1.10	1.06	0.90	1.24	1.07	0.97	0.95	1.12	0.79	0.91	0.75	0.89
粗脂肪	1.71	1.37	2.11	0.46	1.05	0.81	0.29	1.81	0.65	1.86	0.56	1.48
(Crude fat)	1.82	1.43	2.26	0.52	1.06	1.01	0.29	1.82	0.65	1.86	0.65	1.50
粗蛋白	16.67	17.52	16.37	21.71	16.20	16.24	18.07	17.84	14.49	15.05	18.33	18.41
(Crude protein)	16.67	17.52	16.44	21.73	16.21	16.25	18.19	17.92	14.63	15.13	18.39	18.42
合計平均	99.14	99.36	100.14	99.87	99.37	99.70	99.83	100.13	99.93	100.92	100.01	100.84

12　ソウハチ　*Cleisthenes pinetorum herzensteini*

日附	2	19	14	18	4	2	12	11	6	2	25	10
産地	函館	大森浜	噴火湾	噴火湾	噴火湾	住吉町	森	大森浜	江差	森	利尻	森
価格 円/375g	20	25	30	35	35	50	35	30	25	35	20	40
鮮度	後	硬	後	後	硬	硬	硬	後	後	後	後	後
全長 cm	25.8	29.5	36.4	32.0	35.0	34.0	33.7	30.0	33.3	34.2	30.0	31.9
体重 g	170	270	525	330	445	445	390	260	435	360	295	305
性別												
生殖巣重量 g	0.0	0.0	24.0	8.2	28.5	31.5	37.5	8.1	95.0	43.2	7.1	6.4
水分 %	79.74	78.55	75.95	78.03	79.85	76.54	79.63	78.65	81.06	78.96	79.03	80.62
(Moisture)	79.76	78.72	76.05	78.08	79.86	76.63	79.70	79.51	81.07	78.96	79.12	80.68
灰分	1.10	1.09	1.01	1.08	1.07	1.31	0.98	0.51	0.93	0.99	0.88	0.95
(Ash)	1.16	1.12	1.04	1.11	1.09	1.32	0.98	0.97	0.94	1.02	0.97	0.96
粗脂肪	3.24	2.62	5.23	4.32	1.78	4.67	0.96	1.27	1.40	1.63	1.15	1.37
(Crude fat)	3.72	2.65	5.29	4.39	1.84	4.93	1.18	1.99	1.56	1.69	1.20	1.49
粗蛋白	16.13	17.20	17.25	16.47	17.55	17.22	18.05	17.41	17.19	18.30	18.72	17.11
(Crude protein)	16.13	17.33	17.25	16.52	17.61	17.44	18.22	17.56	17.22	18.43	18.97	17.34
合計平均	100.49	99.64	99.54	99.95	100.33	100.02	99.85	98.94	100.66	99.99	100.02	100.26

13　スナガレイ　*Limanda punctatissima*

日附	18	19	17	18	9	3	13	18	6	2	23	15
産地	遠洋	住吉町	大森浜	噴火湾	噴火湾	大森浜	上磯	森	噴火湾	鹿部	砂原	森
価格 円/375g	30	25	30	35	45	30	20	30	20	25	25	20
鮮度	後	硬	硬	硬	硬	硬	硬	後	後	後	後	後
全長 cm	23.7	24.6	30.5	27.5	24.3	23.5	22.5	31.3	27.8	28.4	22.6	19.93
体重 g	183	168	340	215	166	115	110	372	225	220	120	88
性別						♂	♂					
生殖巣重量 g	3.0	4.3	2.5	10.0	9.6	0.3	0.7	64.5	20.3	30.8	0.85	0.6
水分 %	73.62	79.08	83.41	78.19	79.36	82.77	80.74	80.79	81.85	78.65	79.67	79.20
(Moistnre)	73.64	79.33	83.78	78.21	79.68	82.87	80.80	80.91	82.03	78.77	80.00	79.23
灰分	0.95	1.05	0.90	0.98	1.08	1.06	1.03	0.96	0.79	0.92	1.11	1.01
(Ash)	0.96	1.09	0.90	1.02	1.12	1.07	1.08	0.96	0.89	0.94	1.13	1.06
粗脂肪	6.69	1.28	0.50	4.45	1.39	0.90	0.49	2.96	0.38	1.93	0.76	1.07
(Crude fat)	6.76	1.29	0.51	4.47	1.48	0.92	0.50	2.96	0.43	1.93	0.93	1.19
粗蛋白	17.12	17.00	14.54	16.46	18.09	15.23	17.72	15.53	17.09	18.23	18.62	18.68
(Crude protein)	17.42	17.01	14.54	16.47	18.23	15.31	17.98	15.59	17.22	18.53	18.68	18.79

年 月	1954 10	11	12	1955 1	2	3	4	5	6	7	8	9
合 計 平 均	98.58	98.58	99.54	100.13	100.22	100.07	100.17	100.33	100.34	99.95	100.45	100.20

14 サメガレイ *Clidoderma asperrimum*

日 附	15	27		31	16	31	18	16	30			
産 地	遠 洋	遠 洋		噴火湾	噴火湾	大森浜	森	上 磯	噴火湾			
価 格 円/375g	10	10		15	5	10	20	15	20			
鮮 度	後	硬		後	硬	硬	後	後	後			
全 長 cm	36.8	42.5		32.0	19.3	25.5	26.8	43.5	40.0			
体 重 g	805	1210		535	105	235	240	920	790			
性 別									♂			
生殖巣重量 g	1.0	26.0		0.0	0.2	0.0	0.0	23.0	5.0			
水 分 %	73.18	62.21		72.24	81.06	81.52	79.27	82.60	77.99			
(Moisture)	73.28	62.29		72.77	81.10	81.65	79.27	82.64	78.33			
灰 分	1.00	0.75		0.92	1.11	0.97	1.02	0.93	1.06			
(Ash)	1.03	0.79		0.96	1.17	1.04	1.02	0.95	1.07			
粗 脂 肪	10.09	25.29		10.08	0.42	1.04	0.88	1.88	2.03			
(Crude fat)	10.29	25.29		10.33	0.48	1.04	1.17	1.88	2.11			
粗 蛋 白	15.54	11.36		15.91	15.81	15.69	17.88	14.30	18.93			
(Crude protein)	15.54	11.36		15.95	15.88	15.74	17.95	14.39	18.97			
合 計 平 均	99.96	99.67		99.58	98.52	99.35	99.23	99.79	100.25			

15 アブラガレイ *Atheresthes evermanni*

日 附	22		13	24	5	4	13	16	27	9		18
産 地	遠 洋		噴火湾	釧路沖	遠 洋	噴火湾	上 磯	上 磯	大森浜	森		森
価 格 円/375g	8		5	10	10	20	20	15	20	8		8
鮮 度	後		後	硬	後	後	後	後	後	後		後
全 長 cm	56.5		39.5	35.5	40.0	30.0	36.0	30.3	38.6	39.2		29.0
体 重 g	1785		600	470	615	245	440	192	510	510		190
性 別				♂								
生殖巣重量 g	25.0		5.0	1.3	3.5	0.8	1.8	0.7	0.8	0.0		0.7
水 分 %	75.67		79.70	79.32	75.03	80.42	78.49	80.73	78.11	79.63		80.93
(Moisture)	75.81		80.01	79.32	75.48	80.45	78.61	80.89	78.12	79.66		80.94
灰 分	0.87		0.92	0.97	1.04	1.00	0.96	0.73	0.88	1.02		1.05
(Ash)	0.92		0.98	1.12	1.04	1.04	1.03	0.77	0.92	1.02		1.05
粗 脂 肪	8.41		3.15	2.89	8.24	1.30	2.45	0.55	4.19	2.12		0.82
(Crude fat)	8.47		3.32	2.96	8.33	1.33	2.81	0.62	4.29	2.36		0.91
粗 蛋 白	15.46		15.90	16.77	16.19	16.67	17.14	17.57	17.08	17.99		17.53
(Crude protein)	15.78		16.13	16.88	16.20	16.81	17.41	17.75	17.20	18.08		17.53
合 計 平 均	100.70		100.11	100.12	100.78	99.51	99.45	99.81	100.40	100.94		100.38

雌雄識別不能のものがなかつたので雌の場合は空欄で示した。試料が数尾あつた時の体重，全長等の生物学的な計測値はそれらの中で中間の大きさである魚1尾の値のみを掲げた。分析は同一試料に対して2回行つた。

分析魚種は1回の実験に対して大体1尾に限定されていたので，特に固体変化の程度を知り結果の判断に資するために2月産6尾のマガレイについて個体ごとに分析を行つた。その結果は第2表に掲げた。更に地

域，季節，魚種を変えて，7月東京湾産イシガレイ6尾についても同様のことを調べたが，結果は考察の都合で第3報に掲げ，本報には第4表で〔玄〕100についてのみ示した。

第2表　一般成分の個体変化

マガレイ(1955年2月産)

個体番号	1	2	3	4	5	6
漁獲日附	18	23	23	24	24	25
産地	噴火湾	山背泊	山背泊	大森浜	大森浜	大森浜
価格 円/375g	60	70	70	60	60	55
鮮度	後	活	活	硬	硬	硬
全長 cm	41.5	33.5	35.0	36.0	34.5	37.0
体重 g	1060	553	585	640	635	810
性別			♂			
生殖巣重量 g	222	137	78.5	138	117	173
水分 %	81.67	82.17	79.08	81.86	79.88	79.01
灰分	1.02	1.20	1.21	1.27	1.18	1.25
粗脂肪	0.91	0.44	0.38	0.51	0.71	0.76
粗蛋白	16.46	15.79	17.97	15.97	18.22	19.28
合計	100.06	99.60	98.64	99.61	99.99	100.30

次に試料を1尾より入手しなかつた理由を述べる。これには経済的な意味もあるかそれほかりではない。そもそも試料を一尾とすることに対する不安は個体変化を考慮するからであつて，それを除くには尾数を多くしさえすればよいと思われ勝ちである。が然しこの研究の場合にはそう簡単に行かない。何故ならば，大小性別による差異を除くのが，個体変化を除くより急務であると考えたからであり，大小・性別をそろえるのは時により魚種によつて非常に困難だからである。外見による雌雄の判別は大ていい不可能であつて，殆んど剖見によらねばならない。それ故確実にどちらか一方の性のものを2～3尾そろえようとすれば，雌雄の比率か同一であるとして，4～6尾が必要である。実際カレイ類の場合魚群によつて雌雄の比率が著しく異つている様であり，一方の性を指定して試料を集めることは更に困難となる。また同性，同大の魚種を同時に数尾入手しえたとしてもそれらの抱卵の成熟度が異つている場合があり，一般成分と抱卵の成熟度との関係を考察するのには尾数を多くした為に却つて結果を不明瞭にすることもありうるのである。こうした制約があるにも拘らず試料数を2～3尾に増すと，この実験の規模ではその増えた分だけ魚種を½或いは⅓以下に減らさなければならない。本報で問題としているのは，函館産カレイ類の一般成分の変化の様相を探り，かつこれらと品質との関係を調べることである。この目的のためには15種のカレイ類につきおのおの一尾ずつでも全種について採取するのが，数尾2～3種の場合より遙かに合目的である。試料1尾の意義はこゝにある。

考　　察

第1表に示したデーターより，各魚種の一般成分について年平均（玄），95%の信頼度の信頼区域，或いは変動の範囲（$S\sqrt{\frac{t}{n}}$）及び変動係数（C）を求めて第3表に示した。第3表によると各魚種の年平均を種類全体について更に平均した価は，水分　79%，灰分　1%，脂肪　2%，蛋白　18%であつた。これらのうち魚種間で含量の最も異るのは脂肪であつて0.54%より6.52%まで変動している。次いで蛋白は15.70より20.35%まで，水分は76.34より80.42%まで，変化の最も小さいのは灰分であつて0.95より1.24%までである。

第3表の$S\frac{t}{\sqrt{n}}$により示される値の意味は次の通りである。$S\frac{t}{\sqrt{n}}$は母集団（m）を検定する式$m=\bar{x}\pm S\frac{t}{\sqrt{n}}$の第2の項であつて，ある危険率で推定される母集団の上限と下限とを$\bar{x}$からの距離で示す値であつて，危険率の少い程，測定値が少い程，また測定値の変動が大きい程，当然大きく示されるものである。

夫々の魚種に於ける一般成分の年間変動を比較するための標準偏差（S）を平均値（$\bar{x}$）で割り100倍した変動係数（C）は，最も小さいのは水分であり，最大は脂肪であつて，脂肪の最大はサメガレイの131，最小はアカガレイの20である。即ちこのことから函館産カレイ類のうち脂肪含量の時期的変動の最も著しいものはサメガレイであり，年間を通じて最も安定しているものはアカガレイであると言える。他魚種，他成分についても変動係数からこのようなことが知られるわけである。第3表には第1表の体重（w）を全長の3乗（L^3）で割り1000倍した肥満度（W/L^3）についても示しておいた。脂肪の場合と同じく意義を解しうる。

第3表　一般成分の平均($\bar{x}$)，95%の信頼区域($S\frac{t}{\sqrt{n}}$)及び変動係数(C)

	ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	ババガレイ	アサバ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ	平均
水分																
$\bar{x}$	77.45	78.82	79.65	79.04	77.48	79.15	80.23	79.25	79.97	77.63	80.42	78.95	79.03	76.34	78.87	78.82
$S\frac{t}{\sqrt{n}}$	0.97	1.11	1.32	1.18	2.16	1.72	1.36	0.87	0.67	2.04	2.48	1.07	1.75	5.67	1.39	
C	1.97	1.64	2.60	2.35	4.16	3.42	2.67	1.74	1.33	2.85	4.86	2.13	3.45	2.47	10.61	
灰分																
$\bar{x}$	1.22	1.24	1.16	1.07	1.15	1.23	0.99	0.95	1.02	1.08	0.96	1.03	1.00	0.99	0.97	1.07
$S\frac{t}{\sqrt{n}}$	0.07	0.14	0.06	0.06	0.10	0.05	0.06	0.16	0.05	0.09	0.10	0.10	0.77	0.07	0.05	
C	8.90	12.31	7.79	8.87	12.90	6.67	9.14	27.11	8.36	11.11	16.92	15.67	12.06	8.54	6.88	
粗脂肪																
$\bar{x}$	0.98	0.54	0.84	1.89	1.75	1.33	1.89	1.61	1.33	3.50	1.21	2.57	1.93	6.52	3.48	2.09
$S\frac{t}{\sqrt{n}}$	0.53	0.49	0.32	1.68	0.64	0.95	0.83	0.82	0.18	1.63	0.41	0.96	1.22	7.19	2.01	
C	84.77	97.42	60.32	140.11	54.09	112.78	68.94	79.75	20.69	64.94	53.03	58.75	99.12	131.90	80.55	
粗蛋白																
$\bar{x}$	20.35	19.60	18.20	18.08	19.70	18.36	16.74	18.06	17.88	17.87	17.27	17.45	17.09	15.70	16.91	17.95
$S\frac{t}{\sqrt{n}}$	0.88	0.50	1.21	0.74	1.19	0.62	0.96	0.94	0.60	0.88	1.18	0.39	0.87	1.92	0.48	
C	6.83	2.74	10.45	6.47	9.00	9.79	9.01	8.16	5.30	6.91	10.79	3.49	7.99	14.62	3.96	

肥　満　度

$\bar{x}$	9.91	13.86	10.63	11.69	9.26	8.18	10.86	9.03	11.51
	10.54	14.51	11.45	13.49	14.56	10.48	14.12	
C	19.56	17.29	50.74	9.87	12.39	23.86	11.76	11.14	
	4.69	7.92	13.21	12.58	9.96	7.69	13.92	

以上て年間の変動の様相を知りえたので次に季節的な消長，特に産卵期との関係について考察する。先にも述べたようにこの実験結果は1魚種1尾から得られたものなので，これには極端な個体差があらわれている危険があるわけである。これを排除するために前報で産卵期を推定するのに用いたのと同じ方法で第2報の2月産マガレイ及び次報の7月東京湾産イシガレイの諸成分の変動の程度を知り，この程度の変動が年間を通じて全魚種にあるものとの見解に立ち，これより棄却すべき限界を求めることにした。その限界は次式

$$〔\bar{x}〕_{100} = 100 \pm \frac{S}{\bar{x}} \sqrt{\frac{n+1}{n} F^{1}_{n-1} \alpha}$$

の〔$\bar{x}$〕100 で示される。マガレイ及びイシガレイのこの値を第4表に示した。両魚種を較べるとイシガレイの方が変動が大きく，これによると棄却の程度が寛かとなるので，変化を強く打出す目的もあって実際の棄却はマガレイの変動に則して行った。但し脂肪の場合に限り変動が大きく棄却の下限が負となるので，平均の半分即ち50を限界としてそれより小さいものを棄てることにした。

第4表　棄　却　す　べ　き　〔$\bar{x}$〕100　の　値

	水　分	灰　分	粗　脂　肪	粗　蛋　白	肥　満　度
マ　ガ　レ　イ	100 ± 10.1	100 ± 18.9	100 ± 109.3	100 ± 22.5	100 ± 20.7
イ　シ　ガ　レ　イ	100 ± 12.7	100 ± 38.3	100 ± 144.9	100 ± 48.1	100 ± 10.7
個体変化の範囲	110 ～ 90	120 ～ 80	210 ～ 50	125 ～ 75	120 ～ 80

次に各魚種の水分，灰分，脂肪，蛋白，肥満度の5項目につき，それぞれの平均を求め，この平均が100となる様に各月の量を算出按分し，第5表に掲げ，第4表の〔$\bar{x}$〕100の値により第5表の棄却すべきものに*印を附した。

第5表　一般成分及び肥満度の年平均に対する百分率

水　分

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ヒ　ラ　メ	98	95	100	101	101	102	99	99	101	104	100	101
オ　ヒ　ョ　ウ	101	100	101	99	101	100				98		
マ　ガ　レ　イ	101	100	105	104	100	100	102	100	97	97	98	97
マ　ツ　カ　ワ	101	101	101	101	101	102	102	101	99	100	97	95
ミ　ズ　ク　サ	101		100	102	101	107	97	96	101	99	95	101
イ　シ　ガ　レ　イ	101	100	101	105	106	100	98	96	97	100	95	102
バ　バ　ガ　レ　イ	97	99	105	103	102	100	98	98	99	98	99	103
ア　サ　バ	102	100	100	103	100	99	98	100	101	101	99	97
ア　カ　ガ　レ　イ	100	100	101	100	103	101	100	100	101	98	98	99
カ　ワ　ガ　レ　イ	95	99	101	98	104	103	100	103		97		100
ナ　メ　タ	93	99	99	98	97	102	101	98	96	97	97	98
ソ　ウ　ハ　チ	99	101	97	101	103	103	100	100	102	101	100	96
ス　ナ　ガ　レ　イ	98	100	104	101	101	103	99	100	99	92	99	105
サ　メ　ガ　レ　イ	95	106	107	104	108	102				96	82	
ア　ブ　ラ　ガ　レ　イ	101	95	102	100	103	99	101		103	96		101

灰　分

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ヒラメ	102	103	109	90	100	90	104	100	105	98	108	94
オヒョウ	108	115	77*	100	106	112				82		
マガレイ	87	102	82	92	93	112	88	93	114	108	114	110
マツカワ	107	107	108	112	110	70*	89	100	115	92	99	88
ミズクサ	98		81	90	110	90	107	111	97	108	111	92
イシガレイ	103	98	95	98	97	111	95	102	112	95	105	89
ババガレイ	93	113	97	99	80*	96	111	104	95	98	115	99
アサバ	27*	137*	97	115	102	98	102	106	92	114	107	104
アカガレイ	106	119	94	95	90	91	97	100	94	110	96	108
カワガレイ	104	102	109	100	98	106	107	82		94		102
ナメタ	125*	112	99	99	116	81	93	70*	92	113	110	94
ソウハチ	106	104	127	94	86	90	97	89	92	109	107	99
スナガレイ	100	110	107	106	96	84	93	112	104	96	107	90
サメガレイ	95	115	102	103	95	108				103	78*	
アブラガレイ	108	107	105	103	77*	93	105		108	93		98

粗脂肪

ヒラメ	119	208	216*	15*	85	44*	83	19*	12*	11*	157	230*
オヒョウ	22*	28*	33*	128	65	131				294*		
マガレイ	161	86	77	52	58	49*	50*	85	31*	185	125	239*
マツカワ	59	77	54	31*	12*	33*	36*	24*	55	102	205	513*
ミズクサ	126		131	58	18*	10*	119	82	46*	126	201	182
イシガレイ	94	69	17*	5*	32*	55	174	95	65	108	429*	57
ババガレイ	271*	111	27*	43*	91	84	53	120	43	175	125	57
アサバ	127	86	77	39*	60	92	29*	30*	67	122	149	321*
アカガレイ	72	118	80	92	76	46*	43*	51	24*	202	225*	177
カワガレイ	180	138	71	176	33*	42*	32*	21*		141		161
ナメタ	41*	88	75	24*	150	54	154	50*	123	146	116	181
ソウハチ	174	72	191	43*	39*	59	66	47*	57	139	105	210*
スナガレイ	231*	75	47*	26*	153	21*	100	44*	59	349*	67	26*
サメガレイ	157	7*	16*	16*	29*	32*				156	389*	
アブラガレイ	84	238*	38*	76	17*	122	64		25*	243*		93

粗蛋白

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ヒラメ	103	110	93	99	100	97	108	110	104	92	93	91
オヒョウ	97	99	96	105	99	102				101		
マガレイ	93	100	80	84	101	102	97	107	116	106	106	108
マツカワ	101	100	98	103	102	100	101	104	110	98	100	82
ミズクサ	93		94	98	102	81	111	119	99	103	110	89
イシガレイ	99	101	99	86	83	100	106	115	117	98	103	91
ババガレイ	98	98	84	93	93	108	113	105	113	103	100	93
アサバ	90	99	99	90	101	108	117	108	102	99	94	94
アカガレイ	102	98	97	102	89	98	106	107	105	97	100	99
カワガレイ	103	97	98	89	100	97	115	101		105		95
ナメタ	126*	94	94	105	104	84	87	106	107	97	102	95
ソウハチ	95	101	100	104	98	99	106	108	99	93	99	99
スナガレイ	96	106	89	105	91	100	108	109	110	101	100	85
サメガレイ	102	101	100	110	91	121				99	72*	
アブラガレイ	100	96	99	102	104	101	107		104	92		95

肥満度

ヒラメ	103	89	49*	113	101	103	101	102	98	92	112	137*
オヒョウ	104	93	101	106	99	95				101		
マガレイ	78*	112	97	84	93	109	79*	80*	108	117	118	125*
マツカワ	90	97	105	99	94	114	87	105	96	110	97	107
ミズクサ	96		95	80*	111	85	89	101	95	99	135*	111
イシガレイ	99	96	98	80*	77*	108	95	114	112	122*	95	105
ババガレイ	87	81	93	105	101	104	101	101	115	111	98	103
アサバ	107	102	84	81	106	112	105	89	99	111	99	106
アカガレイ	101	93	100	121*	104	84	90	92	81	120	110	103
カワガレイ	108	100	95	81	110	103	104	87		105		108
ナメタ	127*	90	106	75*	163*	94	85	89	101	83	101	88
ソウハチ	96	99	108	97	94	112	86	104	107	94	100	104
スナガレイ	95	107	82	89	103	96	88	96	103	127*	104	110
サメガレイ	116	104	100	88	79*	87				113	115	
アブラガレイ	116	106	100	104	76*	98	94		86	110		108

これらの変化と産卵期との関係を調べて第6表を作成した。これらの成分のうち最も変化のあるものは脂肪であつて，これ以外の成分に対してはとりたてゝ数学的処理を施すまでもなく産卵期と関係がないと言える。脂肪の場合も15例のうち産卵期に減少するものは9例であつて，減少する傾向にあると言い得ても減少するとの一般的な結論は導き得ない。

第6表 産卵期と一般成分との関係

	水分	灰分	粗脂肪	粗蛋白	肥満度
増	0	1	3	1	1
減	0	1	9	0	3
無関係	0	4	3	1	3
変化なし	15	9	0	13	8

脂肪の増減は月毎に特徴がある様に見受けられるので，15種につき変化を月毎に集計して第7表に示した。これでは一般に春から夏にかけて減少し，秋から冬にかけて増える傾向にあると言い得る。

第7表 脂肪変化の月別集計

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
増	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	5
減	2	2	6	9	7	8	5	7	6	1	0	1

従来脂肪の変化に伴つて変動するものは水分で蛋白量は一定であると考えられていたが，概して低脂肪魚であるカレイ類の場合も果してそうであろうか。第1表を直接観察した結果では蛋白も脂肪の変化を補つている様である。これらの関係は，水分，脂肪，蛋白3者相互間の相関係数（r）を求めることによつて知られる筈である。この計算結果を第8表に示した。rは（＋1）から（－1）まで変化するものであるからプ

第8表 水分・粗脂肪・粗蛋白 相互間の相関係数（r）

	ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	ババガレイ	アサバ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
水分	−0.537		−0.534		−0.257		−0.644		−0.805		0.028		−0.534		−0.998
		−0.763		−0.853		−0.623		−0.402		−0.827		−0.730		−0.981	
脂肪	(−)	(−)	(−)	(−)		(−)	(−)	(−)	(−)	(−)		(−)	(−)	(−)	(−)
脂肪	−0.241		0.202		−0.153		0.057		−0.302		−0.355		−0.052		−0.859
		0.710		−0.869		0.308		−0.449		−0.426		−0.711		−0.743	
蛋白		(+)		(−)				(−)		(−)	(−)	(−)		(−)	(−)
蛋白	−0.823		−0.951		−0.420		−0.713		−0.472		−0.465		0.169		0.744
		−0.730		0.600		−0.860		−0.474		−0.079		0.072		0.602	
水分	(−)	(−)	(−)	(+)	(−)	(−)	(−)	(−)	(−)		(−)			(+)	(+)

ラス側に全変動量の½以上片寄つているものを正（＋）で示し，マイナス側に½以上寄つているものを負（−）で示し，中間には著しい相関がないものと考えて特別の記号で示さなかつた。この記号を集計して第9表に示した。

第9表　水分・粗脂肪・粗蛋白3者相互間の相関

	水分—粗脂肪	粗脂肪—粗蛋白	粗蛋白—水分
正の相関がある	0	1	3
相関がない	2	7	3
負の相関がある	13	7	9

第9表を見ると全体の傾向として水分と脂肪との関係が逆の相関をなしているものが多いと云える。ある種に限つてであるが脂肪と蛋白，蛋白と水分との間にも逆の相関があり，この事から少くも蛋白は脂肪の変化に無関係であるとの結論は導かれない。この逆の結論の得られないのも勿論である。

次に一般成分と品質との関係について考える。函館産カレイ類のシュンは明らかにされていないから，一般成分と品質との関係を季節毎に論ずることが出来ない。それ故種類毎に取扱うことにした。その方法としては第3表に掲げた各種成分の年平均をその大小により順位をつけ，予め[6] 試食によつて決定されてある品質の順位と Spearman の方法により検定した。その結果をrsとして第10表に示した。

第10表　一般成分と品質との関係(rs)

	水分	灰分	粗脂肪	粗蛋白
rs	−0.052	0.484	−0.503	0.850
有意性				＊＊

これによると品質との関係は蛋白が著しく，次いで脂肪，灰分が位し，水分含量は品質と全く関係がないと結論しうる。但し脂肪の場合は逆の相関であつて脂肪の多いものは品質も劣るという結論である。これは常識と全く反対の結果である。然しこの様な常識と反対の実例は他にないでもない。鰹節の場合はその例で，品質の劣るものに脂肪が多い。然し鰹節の如き貯蔵品は貯蔵中に於ける脂肪の悪変が品質を低下させる一因とも考えられ，カレイの場合のように鮮魚としての品質を考えているものとは若干立脚点が異る。一方脂肪が多くて旨いという機構も明かにされているわけでもない。前記マグロの例でも，またブリの場合でも部位により含脂量が異つているが少い部位が多いものより味が落ちるということはないのであるから，脂肪と味との直接的関係を認めることは出来ない。むしろマグロの場合でもブリの場合でも脂肪の増える時期に何かが変化して味が良くなるものと解するのが妥当であろう。このような解釈は本研究の解析からも特に強く言えうることであるが，その"何か"が今後の問題である。

要　　約

(1) 函館産15種の市販の中等大のカレイ類を1年間に亘り毎月1回水分，灰分，脂肪，蛋白のいわゆる魚肉の一般成分を分析し，更に個体変化の程度を知るために2月産6尾のマガレイ及び7月東京湾産6尾のイシガレイについても同様の分析をした。

(2) 函館産カレイ類筋肉の一般成分の平均は水分79%，灰分1%，脂肪2%，蛋白18%であり，これらの成分のうちで月毎に又種類間に於いても著しく変動するものは脂肪である。

(3) ある月の一般成分量が年平均と著しく差があつて，マガレイより求められた個体変動率をこえている場合を季節的変化と見なした。このような見方では脂肪以外の一般成分は産卵期によつて影響を受けていると考えられない。脂肪は産卵期に減少の傾向にあり，又季節的には春から夏にかけて減少し，秋から冬にかけて増加する傾向にあるといえる。

(4) 脂肪の変動に伴いこれを補つて変動するものは，従来考えられていたように水分のみではなく蛋白も

関係し，水分，脂肪，蛋白の3者間には，それぞれ負の相関を持つ傾向にあると言える。

(5) 一般成分と品質との関係については，蛋白，灰分の多いものは優れ，脂肪の多いものは劣り，水分量は品質と全く関係がないと言える。

謝　　辞

終始，激励，御指導を賜り，御校閲下さつた村田喜一先生に深甚の謝意を申上げます。また4月から9月までの分析を担当された佐藤公氏に，計算を担当された田村祐子さん，古屋邦夫君に，心からお礼申します

文　　献

1) 渭水亘 (1947). 日水誌 13, 27.
2) 五十嵐久尚・座間宏一 (1953). 日水誌 18, 618.
3) 土屋靖彦・秦満夫外 (1953). 日水誌 19, 513.
秦満夫・田代昌男 (1953). 日水誌 19, 518.
4) 藤井豊 (1954). 北大水産学部研究彙報 5, 253.
5) 露木秀男 (1956). 日水誌 22, 490, 495.
6) 大石圭一 (1958). 北大水産学部研究彙報 9, 171, 186.

北海道における多獲魚の煉製品原料としての価値について— (1)

谷川英一・藤井　豊*
(北海道大学水産学部水産食品製造学教室)

Utilization Value of Fishes Caught Abundantly in Waters around Hokkaido as Raw Material for Fish Jelly Products ("Kamaboko" or "Chikuwa")-(1)

Eiichi TANIKAWA and Yutaka FUJII

Abstract

When Atka mackerel, "Hokke" (*Pleurogrammus azonus*), Alaska pollack, "Suketo" (*Theragra chalcogramma*), squid, "Surume-ika" (*Ommastrephes sloani pacificus*), which are caught abundantly in waters around Hokkaido, are used as raw materials of fish jelly products ("Kamaboko" or "Chikuwa"), there are faults in respect to the color of the finished products in Atka mackerel, to elasticity (called "Ashi") in Alaska pollack, and to skinning and taste or odor in squid meat. The authors have tried to study the relative value of the flesh of those fish with a view to overcoming those faults.

The results obtained in Atka mackerel and squid are summarized as follows.

1. When each kind of fish is alone used as raw material for fish jelly products, the proportions of the added amount of table salt in relation to the amount of each homogenized fish meat showing the largest elasticity of the finished product are as follows: for Atka mackerel 3 % and squid meat 2.5 %, respectively.

2. Observing the relation between the added amount of starch and the largest elasticity of the finished products, the authors found 10 % was adequate for Atka mackerel and 20% for squid, respectively.

3. Observing the relation between the added amount of sugar and the largest elasticity of the finished products, the authors found in the case of Atka mackerel meat, even if comparatively larger amount such as 12% of sugar was added, the elasticity of the finished products was not remarkably lowered.

4. With decrease in the freshness of raw materials, the elasticity of the finished product decreased. When the amount of volatile basic nitrogen in the fish meat was over 20 *mg* %, the worth of the finished product lowered.

5. Observing the change of the quality of the fish jelly products stored at 0° C, the authors found that with the increase of the storing time, the elasticity of the product decreased and it became fragile.

6. Observing microscopically the structure of the fish jelly product manufactured from Atka mackerel without sugar, there were observed the macroscopic net work construction of protein, starch, water, oil etc. as was also observed by Okada *et al*.[10]

7. The addition of antiseptics such as nitrofrazon or dehydroacetic acid could elongate the storing time of the finished product, but in any case it is important to store at the comparatively lower temperatures.

8. When hydrogen peroxide solution, bleaching powder solution or Rongarite solution was used as a bleaching agent for the fish jelly products made of Atka mackerel meat, the treatment with 0.5～1.0 % of hydrogen peroxide solution after the boiling of the jelly product was considered to be the most suitable.

9. In order to strengthen the elasticity of the finished product by squid meat, it was very

* 現在、南海区水産研究所々員

effective to add Atka mackerel meat to squid meat. The limit proportion of the mixing of squid and Atka mackerel meat was 7 : 3. When the squid meat was used over the limit proportion, the elasticity was lowered. In this mixing, the additional amount of salt was considered to be good at 2 % for each meat of squid and Atka mackerel respectively, the amount of starch to be 20 % for squid meat and 10 % for Atka mackerel.

10. When the homogenized squid meat of which the epidermis had been skinned by various treatments (e. g. hand-skinning, autolyzing-skinning or skinning by soaking in lactic acid solution), and which had been pulped, was frozen and stored, the degree of the denaturation of meat protein was largest in the cases of autolyzing skinning or skinning by soaking in lactic acid solution. Those homogenized squid meats were considered to be not suitable as the raw material for fish jelly product. On the contrary, the homogenized squid meat treated by hand-skinning was considered to be satisfactory for a comparatively longer storing time, if the meat was rapidly frozen.

北海道において多獲されるホッケ，スケトウダラおよびスルメイカなどは主として冷凍，塩蔵，乾燥製品として利用されるほか，一部生食として利用されているのが現状で，これらを煉製品として利用することは水産物の高度利用という見地から望ましいことであることは云うまでもない。現在魚肉ソーセージの増産から本邦における原料の不足を補うためにも北海道多獲魚の利用は重要なことである。しかしこれらの魚種を煉製品として利用する場合，たとえばホッケはその製品の色沢において，スケトウダラは弾力性において，またスルメイカは原料の剝皮および製品の味並びに臭気（イカ臭）の点において，それぞれ難点があり，これらの諸問題を解決することが煉製品としての利用への第一の方途であると考えられる。

著者らはさきに上記の魚種のうち，スルメイカについてこれをフィレー状として冷凍処理（−25°C凍結）したものは，凍結貯蔵後（−12°C貯蔵）約2ヶ月以内に煉製品原料として利用する場合には，優に一般煉製品と同程度の製品価値を有する製品を製造し得ることをみたが[1]，今回綜合的見地から北海道において多獲される主要魚種のおのおのについて，その煉製品原料としての利用性の価値を種々の観点から比較検討することとした。

本研究はそのうち，ホッケおよびスルメイカについて検討を加えたもので，何れもその適切なる処理を施すことによつて優に煉製品原料として利用出来ることをみとめたので，こゝにその結果を報告する。

I　煉製品原料としてのホッケの利用価値について

藤井[2]はさきに谷川研究室においてホッケ肉の基礎的な化学的性質について研究を行つた際，ホッケ肉は他の一般魚肉（たとえばカレイ，タイ）と大差のない肉質を有するが，たゞ体表面に比較的多く含有される血合肉の存在が調理，調味の上において難色を示すものであろうことを指摘した。事実，この血合肉の存在は本魚種を煉製品として利用する場合に製品の色沢を暗色化せしめる欠点があり，したがつてホッケ煉製品については血合肉を出来るだけ除去することが望ましいわけである。しかしその操作の難易性からみれば，血合肉を除去することよりも製造過程中における脱色を適性化せしめることも一方法と考えられる。

なおホッケ煉製品の弾力性（足の強さ）から云えば，本魚種は他の一般煉製品魚種と比較して，何ら遜色のない弾力性を示すので，この点については問題はないようである。

すなわちホッケを蒸しカマボコ製品として利用した場合の，(1) 混和剤の添加量と製品の弾力性，(2) 蒸煮時間と“足”との関係，(3) 原料鮮度と製品々質，(4) 製品の低温貯蔵，(5) 製品の内部構造，(6) 添加防腐剤の効力，および (7) 製品の脱色などの諸点について検討した結果は次の通りである。

1　混和剤の添加量と製品の弾力性

カマボコの製造は原料魚より採肉，水晒，荒摺りの工程を経て本摺り，成形，加熱の工程によつて行われるのが普通であるが，この荒摺りより本摺りに移る間に調味料，補強剤，水などが添加される。しかして主

な添加剤は食塩，澱粉，砂糖および水であり，他は少量のグルタミン酸ソーダ，味りんその他糖蜜，グルコース，焼酎などが添加されることがある。

本項においては主添加剤の食塩，澱粉および砂糖について，その添加量と，主としてその弾力性より判定した製品カマボコの品質との関係を検討し，各添加剤の最適添加量を決定した。

(1) 食塩添加量と製品の品質

(i) 実験方法

極めて新鮮なホッケを調理し，3枚卸しとなし，皮を剝いで肉片を採取し，これを2群に分けて，その1群に肉重量に対し10%の澱粉（馬鈴薯澱粉）を加え，他の1群は澱粉を加えずそのまゝとし，これらの各々に0～5%（原肉量に対し）の範囲で食塩を添加し，ホモジナイザーにより均質化せしめ摺肉とし，これを50×100×30*mm* の大きさに成形し，蒸気浴中で40分間加熱せしめた。加熱後約24時間放置し，室温（10～17°C）において製品カマボコの弾力性を判定した。

弾力性の判定は松本[3]ら，および志水[4]らの装置を用いた。すなわち，前者の方法では一定の直径を有するプランジャーがカマボコの表面を破断するに要する荷重量を求め，これを破れの強度 G (Breaking strength) とし，後者の方法では1 cm^2の断面を有するカマボコを片端から引切るときの破断応力 F (Breaking stress)，およびそのときの伸びを破断伸張 L (Breaking strain) として測定した。なおこの場合，破れの強度 (G) は先端に直径5 *mm*の球面を有するプランジャーがカマボコの表面を突き破るときの荷重量 (g) で表わしたものであり，破断応力 (F) および破断伸張 (L) はそれぞれ型枠で抜きとつた1.0×1.0×1.5*cm* のカマボコ片の破断時における力と伸びを kg/cm^2および l/l_0で表わしたものである（たゞし，lは破断時におけるカマボコ片の長さ，l_0は使用カマボコ片の長さ）。上記の諸数値が感覚的な結果とよく一致することは，すでに志水[4]らの研究によつても明らかにされているところである。

(ii) 実験結果

第1図は10%澱粉添加製品，第2図は無澱粉製品についての実験結果を示す。

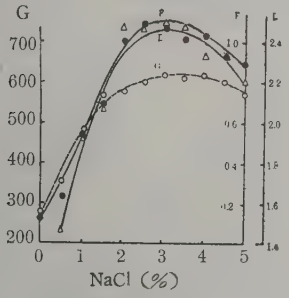


Fig. 1. Relation between the amount of NaCl added and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (10 % starch added)

○……○ G; Breaking strength (g)
●——● F; Breaking stress ($g/cm^2 \times 10^3$)
△——△ L; Breaking strain (l/l_0)

(Marks in the following Figs. 2～8 are the same in this figure)

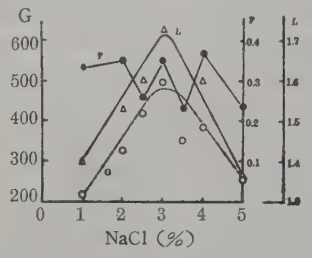


Fig. 2. Relation between the amount of NaCl added and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (No starch added)

第1図より澱粉添加の場合には，添加食塩量の増大につれて G, Fおよび L の各数値は増大し，したがつて製品の弾力性が増大することが明らかである。しかして食塩添加量が 2.5～3%附近において最も強い弾力性を示し，それ以上の食塩添加量では G, F および L の各数値は減少し，製品の弾力性が弱まる結果を示した。

一方，第2図より無澱粉製品の場合についてみるに，Gおよび L 値は第1図の澱粉添加の場合と同様に，

食塩添加量3%附近において極大値を示し，該添加量の前後においては各数値は減少を示すが，F値，すなわち，破断応力は多少不安定な値を示し，食塩添加量による影響は判然としなかつた。しかし感覚的には3%食塩添加量において最も強い弾力性を示すことは明らかであつた。

以上の結果より，製品の弾力性からみた場合，ホッケ肉摺身に対する食塩添加量は3%附近が最適とみなされる。

さきに藤井[2]はホッケ肉について食塩水中における肉蛋白の溶解度および膨潤度を検討したが，その結果0.6M（約3.5%）濃度の食塩水中にホッケ肉小片を浸漬せしめた場合，それぞれ最大の溶出量および膨潤性を示すことをみた。

上記の実験において3%食塩添加量はホッケ肉摺身の水分を85%と推定すれば，大約3.5%となり（摺身中の結合水量，添加澱粉量，蒸煮中における脱水量などを考慮に入れゝば，さらに高濃度になるものと思われるが），この濃度において肉蛋白分子が比較的解膠されやすい状態になつており，かゝる状態の摺身が加熱凝固された場合に最も弾力性に富む製品となるものなのであろう。清水[5]らによれば魚肉摺身の粘度は0.4～0.6M食塩濃度で最高値を示すとともに著しい非 Newton 性を示し，このことはカマボコの弾性と密接な関係にあるアクトミオシンの生成と関係があるといわれる。また清水[8]によれば一般のカマボコ製品の食塩添加量は1.35～3.58%であり，ホッケ肉の食塩最適添加量もこの範囲にあることは上記の実験結果に示される通りである。

(2) 澱粉，および水の添加量と製品の品質

（i） 実験方法

前実験と同様に新鮮ホッケ肉摺身に対し2%量の食塩を添加し，これに澱粉を0，5，10，15，および20%の割合（何れも原料摺身に対し）に加え，これをホモジナイザーにより均質化し，成形，蒸煮して24時間放置後，各製品のG, FおよびLの各数値を測定した。

(ii) 実験結果

実験結果は第1表に示したが，これより水無添加製品の場合における澱粉添加量とG, F, およびL値との関係を示すと第3図のようになる。また10%および20%澱粉添加製品の水添加量とG, FおよびL値との関係はそれぞれ第4図および第5図に示す。

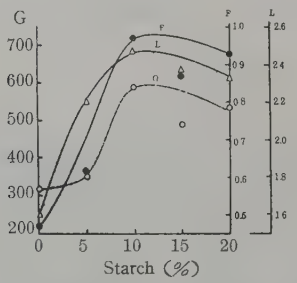


Fig. 3. Relation between the amount of starch added and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (No water added)

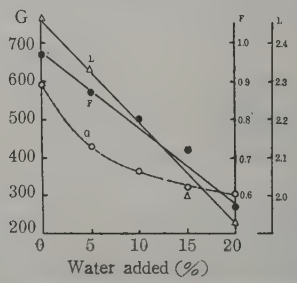


Fig. 4. Relation between the amount of water added and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (10 % starch added)

第3図より明らかなように，水無添加の場合，澱粉添加量の増大につれてG, FおよびLの各数値は増大し，10%澱粉添加の場合において最高の弾力性を示すが，10%以上の澱粉添加量ではかえつてその弾力性は減少する。しかし原料摺身に水が添加される場合には，第1表よりも明らかなように，澱粉添加量20%までの範囲では，G, FおよびLの各数値は増加するのみである。

Table 1. Influences of the amounts of starch added and water upon the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat

NaCl added (%)	Starch added (%)	Water added (%)	Breaking strength (G) (g)	Breaking stress (F) ($g/cm^2 \times 10^3$)	Breaking strain (L) (l/l_0)
2	0	0	321	0.47	1.60
2	0	5	286	0.49	1.53
2	0	10	244	0.43	1.40
2	0	15	222	0.40	1.40
2	0	20	211	0.38	1.27
2	5	0	351	0.62	2.20
2	5	5	333	0.58	2.33
2	5	10	309	0.56	1.27
2	5	15	288	0.39	1.87
2	5	20	246	0.36	1.67
2	10	0	590	0.97	2.47
2	10	5	429	0.87	2.33
2	10	10	363	0.80	2.20
2	10	15	323	0.72	2.00
2	10	20	301	0.57	1.93
2	15	0	492	0.85	2.37
2	15	5	504	0.93	2.47
2	15	10	460	0.82	2.30
2	15	15	381	0.73	1.93
2	15	20	370	0.78	1.80
2	20	0	537	0.93	2.33
2	20	5	599	1.12	2.47
2	20	10	576	1.09	2.33
2	20	15	446	0.96	2.07
2	20	20	382	0.82	2.20
2	20	30	325	0.73	2.07

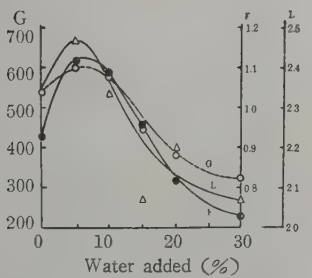


Fig. 5. Relation between the amount of water added and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (20 % starch added)

また第4図の10%澱粉添加製品の場合にみるように，水の添加量の増大につれて製品の弾力性は小さくなることは明らかで，このような関係は15%澱粉添加の場合も同様にみられるが，20%澱粉添加製品では第5図よりも明らかなように0～5%の水添加量範囲においては水添加量の増加につれて製品の弾力が一旦増大することがみとめられる。

以上の結果は，原料摺身に水を添加しない場合には澱粉の添加量は10%を最大限度とすべきであることを示し，これ以上の澱粉の添加量では製品はその硬度を増し，ちぎれやすくなることが判る。しかし原料摺身に5%量の水を配合せしめるときは，澱粉添加量は20%量まで増加せしめることが出来，この場合製品の弾力性は水無添加の摺身に10%澱粉添加を行つた場合とほゞ同程度のものとなる。

上記の結果は魚肉蛋白—水—食塩の混合系中における澱粉粒子の分散度が該混合系における水添加量に応じて変化するために原因するものと思われる。

なお参考のため，市販カマボコ製品についての測定結果を示すと第2表の通りで，これより比較してもホ

ッケ製品はその弾力性においては一般製品に比し何ら劣らないことが明らかである。

Table 2. The degrees of elasticities of several kinds of "Kamaboko" commercial product

Sample \ Item	Breaking strength (G) (g)	Breaking stress (F) ($g/cm^2 \times 10^3$)	Breaking strain (L) (l/l_0)
Naruto "Kamaboko"	348	0.84	2.20
Itatuke "Kamaboko"	457	0.99	2.33
Kasutera "Kamaboko"	120	0.25	1.47
"Kamaboko" added egg	226	0.63	1.93
Odahara "Kamaboko"	1095	1.26	2.93
Yaizu "Kamaboko"	996	1.12	2.63

Note: The raw fish of "Odahara Kamaboko" is, "Nibe" (*Scioend albiflora*) meat and the added amount of NaCl and starch are 2 % and 6 % respectively.

(3) 砂糖の添加量と製品々質

(i) 実験方法

前同様に調製したホッケ肉摺身に10%量の澱粉を添加し，さらに0，1，2，3および4%量の食塩を添加し，これらの各々に3，8および12%量の砂糖を添加してホモジナイザーにより均質化せしめ，成形，蒸煮して24時間放置後，製品の弾力性を検した。

(ii) 実験結果

実験結果は第3表に示す。

第3表よりみるに実験範囲の砂糖添加量では各カマボコ製品の足にはさほどの影響はみられ

Table 3. Relation between the elasticity and the amount of sugar added of "Kamaboko"

NaCl added (%)	Starch added (%)	Sugar added (%)	Breaking strength (G) (g)	Breaking stress (F) ($g/cm^2 \times 10^3$)	Breaking strain (L) (l/l_0)
0	10	3	243	0.13	—
0	10	8	249	0.15	1.20
0	10	12	248	0.16	1.27
1.0	10	3	449	0.52	1.93
1.0	10	8	400	0.54	2.07
1.0	10	12	352	0.55	2.00
2.0	10	3	487	0.94	2.33
2.0	10	8	427	0.91	2.33
2.0	10	12	395	0.89	2.20
3.0	10	3	484	0.91	2.20
3.0	10	8	527	0.98	2.33
3.0	10	12	324	0.83	2.07
4.0	10	3	574	0.94	2.33
4.0	10	8	487	1.03	2.47
4.0	10	12	529	1.04	2.47

ないようで，たゞ砂糖の添加により，製品の弾力性は砂糖無添加の場合に比し劣ることは前実験に比しG, FおよびLの各数値の低下することよりも明らかであつた。

2 蒸煮時間と製品の品質

(1) 実験方法

本試験においては煮蒸時間の相異による製品の弾力性を比較検討した。

すなわち前実験同様に調製したホッケ肉摺身に対し，2%量の食塩および10%量の澱粉を加え，50×100×30mmの大きさに成形したもの数片を作り，蒸気浴中（95～100°C）で10～90分の範囲で一定時間蒸煮し

た後24時間放置後における各製品のG, FおよびLの各数値を測定した。

（2） 実験結果

実験結果は第6図に示す通りであつて，これより本実験条件では40～50分の蒸煮時間において最高の G, Fおよび L の値を示し，感覚的にも最も高い弾力性を示した。しかして加熱時間が50分以上では，カマボコ製品は粘性をました脆弱なものとなり，そのため製品価値は減ずるに至る。この場合，別に行つた熱伝導試験（熱電対使用）の結果では本実験条件下では40～50分後においてカマボコ製品の中心温度は80～83° Cと測定された。この温度においては魚肉蛋白の主蛋白とみなされるミオジン（アクトミオジン）およびミオゲンは完全に凝固し，かつ添加澱粉の一部もまた糊化するに至る故，必要以上の蒸煮は加熱凝固蛋白よりの離水，あるいは未糊化の澱粉粒子の糊化を増大せしめ，製品の弾力性を減ずるに至るものと思われる。

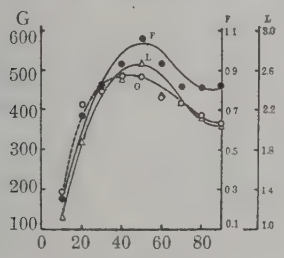


Fig. 6. Relation between the steam-boiling time and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat

3 原料ホッケの鮮度と製品々質

原料魚の鮮度低下によりカマボコ製品の弾力性が低下し，品質の損失を来たすことはよく知られている事実である[7,8]が，本実験においてもホッケ原料魚の鮮度と製品々質との関係よりカマボコ原料としての許容鮮度限界を検討した。

（1） 実験方法

新鮮ホッケを調理し，フィレー状となしたもの数片を硫酸紙に包み，氷蔵庫（4° C）に貯蔵し，一定時間毎にとり出して，その一部をもつてpH, 揮発性塩基窒素（微量拡散法）および純蛋白窒素（Stuzer法）を測定し，他の部分を細砕して摺身となし2%量の食塩および10%量の澱粉を添加し，前同様に成形蒸煮(40分間)した後，24時間放置後の製品について，pH,揮発性塩基窒素および弾力性(G, Fおよび L値)を測定した。

（2） 実験結果

実験結果は第4表に示すようであつて，これより生原料中の揮発性塩基窒素量と製品の弾力性との関係を示すと第7図に示すようになる。

Table 4. Relation between the quality of "Kamaboko" and the freshness of raw fish of Atka mackerel

Items \ Days	1	2	3	4	5	6	7
(Material fish)							
P•P•N (%)	2.58	2.47	2.51	2.36	2.37	2.33	2.38
pH	6.2	6.2	6.2	6.2	6.4	6.6	6.8
V.B.-N (mg%)	6.63	8.38	8.96	10.23	14.13	28.93	44.20
(Kamaboko)							
Organoleptic test	Good	Good	Good	Good	Rather brittle	〃	Brittle stench
pH	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.6	6.9
V.B.-N (mg)	8.45	12.03	13.12	14.76	16.81	26.43	47.45
Breaking strength (G)	644	584	652	593	467	470	481
Breaking stress (F)	1.02	0.99	1.07	1.04	0.63	0.49	0.51
Breaking strain (L)	2.33	2.17	2.20	2.33	1.60	1.47	1.60

Note: Added amount of NaCl and starch are 2 % and 10 % respectively.

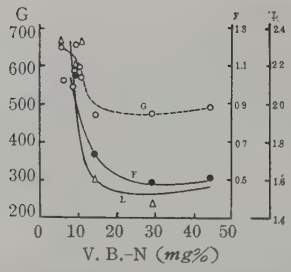


Fig. 7. Relation between the freshness of raw material and the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat

この結果によれば，生原料ホッケの鮮度が揮発性塩基窒素量として10*mg%*を超えると製品カマボコの品質に多少の影響が認められたが，その程度は非常に軽微であつた。しかして，揮発性塩基窒素量が10～20 *mg%* の範囲においてはその弾力性は急激に減退するが，しかし未だ食用カマボコとしての適格性は保有されており，カマボコ原料としての使用は許容されるが，20*mg%* 以上の鮮度のものにおいては食用に供しえない程度の品質の悪化を認めた。

以上の結果より，ホッケ原料の鮮度低下に伴つてカマボコ製品の弾力性の低下することは明らかであり，カマボコ原料としてのホッケの鮮度限界は揮発性塩基窒素量を指標とする場合，20 *mg%* 以内とすべきであることが明らかである。このことは著者の一人谷川[9]が一般罐詰製品としてのホッケ原料の鮮度許容限界を検討した結果と全く一致するものである。谷川の結果によれば入荷原料ホッケの鮮度の不均一性を考慮した場合原料の放置温度が0，5，10，15および20°Cに対し，それぞれ148，85，48，27，15時間において前記の許容鮮度限界に達するから，たとえば10°Cの場合には約2日以内にカマボコ製品として処理すべきである。

4　ホッケカマボコ製品の低温貯蔵

本試験ではホッケより製造した蒸煮カマボコを低温貯蔵(0～4°C)した場合の製品の弾力性の変化を検討した。

（1）　実験方法

新鮮ホッケの摺肉に2%量の食塩，10%量の澱粉を添加混合し，前同様成形蒸煮して製品化せしめたものを1ケ宛硫酸紙に包み，0～4°Cの氷蔵庫に貯蔵して，適時その1つ宛をとり出し，pH，揮発性塩基窒素量およびその弾力性（*G*, *F*および*L*値）を測定した。

（2）　実験結果

実験結果は第5表および第8図に示す通りである。第5表よりpHおよび揮発性塩基窒素量は貯蔵時間の増大につれて，漸増することは明らかである。しかして官能的には実験終了の216時間（9日）後においても腐敗臭は感じられなかつた。これに対し製品の弾力性の変化をみるに第8図よりも明らかなように*F*（破断応力）および*L*（破断伸張）値はそれぞれ60および70時間目までは増大の傾向を示すが，以後の時間経過に伴い，各数値は減少を辿る。一方*G*（破断強度）は放置時間の当初30時間目までは極く僅かながら増加するか30時間以上においては比較的急激にその値が増加することがみられた。このことは製品の弾力性が貯蔵中に次第に減少し，脆弱化することを示すものである。この原因として貯蔵中の水分蒸発に伴う添加剤の分散度の変化，肉蛋白の変性，あるいは澱粉質の老化などの諸要因が挙げられるが，松本[7]あるいは宇野[8]らによれば蒸煮製品の放置において破断強度の増加する程度は原料魚の鮮度によつても強く影響されるから，この点については更に詳細な検討を要する。

以上要するに新鮮原料ホッケを用いて製造した蒸煮カマボコ製品を氷蔵庫内に低温貯蔵（0～4°C）せしめた場合貯蔵70時間（約3日）後より悪影響が表われはじめ，製品の弾力性が失われるに至るが，食用としては9日間程度の貯蔵は可能と思われる。

5　ホッケ蒸煮カマボコの内部構造

さきに岡田[10]らは種々カマボコの内部構造を位相差顕微鏡により観察し，澱粉入カマボコでは混和された澱粉の大部分は澱粉粒，一部はアミロース凝集体と思われる小粒として存在し，このような状態で足の補強効果を示すことをみている。また著者[11]らもカマボコ表面よりのネト細菌の侵入について顕微鏡的な観察を

Table 5. Changes of the value of pH and the amount of volatile basic-N during the cold storage of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat

Items \ Time (hrs.)	0	24	48	72	96	120	168	216
pH	6.4	6.4	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.7
V.B.-N (*mg*)	8.45	10.65	12.03	12.32	12.03	14.60	16.85	18.43

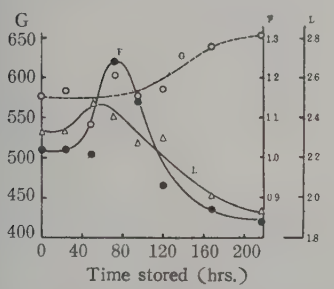


Fig. 8. Change of the elasticity of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat during the cold storage of 0°～4°C

行つた際に岡田らと同様の事実を確かめ得た。

本試験ではホッケカマボコ摺身の蒸煮前と蒸煮後のものについて顕微鏡的観察を行つた。

（1） 実験方法

前項までの実験結果よりホッケ摺肉に対する食塩添加量を3%，澱粉添加量を10%（馬鈴薯澱粉）として，水を添加しないでホモジナイザーにより均質化せしめた摺身，および成形（シャーレー内）蒸煮（95～100°C，40分）して24時間放置後のカマボコ製品について前報[11]にならい，Bouin 液中で固定後，脱水処理，パラフイン包埋を経て，バルサム封入し永久標本となした。次いで染色は多糖類染色法としての Lillie 法，蛋白質およびアミノ酸染色法としての Serra 法を応用した[12]。染色後，位相差顕微鏡により検鏡した。

（2） 実験結果

実験結果は次の第9図および第10図に示す。第9図は蒸煮前の混合摺身標本の Serra 法により染色した切片についての結果であり，第10図は蒸煮後の製品標本について Lillie 法により染色したものについての検鏡結果である。

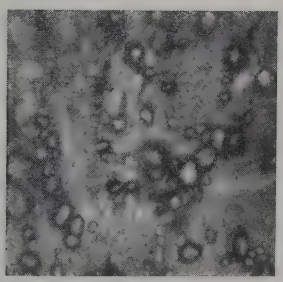


Fig. 9. Microscopic stracture of the meat paste of Atka mackerel (3 % NaCl and 10 % starch added) (×70)

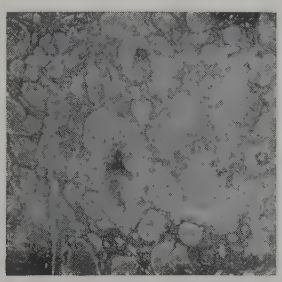


Fig. 10. Microscopic stracture of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (3 % NaCl and 10 % starch added) (×70)

第9図において粒状をなすものは生の澱粉粒子であり，粒子間は変蛋白の膨潤されたゾル部分に相当するが，この部分の微細構造は本染色法では不明瞭であつた。なおこの場合混合摺身をそのまゝ1夜放置して，一旦坐りを起させたものについても同様の切片を作成し，検鏡を試みたが，その結果は第9図のものと変り

なく，坐りの現象による内部構造を明瞭に究めることは出来なかつた。

次に第10図の蒸煮製品のものにおいて比較的大型の粒状物は糊化澱粉粒子を示すものであつて，それらの間隙に存在する小型の粒子は未糊化の澱粉粒子である。第9図と第10図は同倍率であるから生澱粉粒子は蒸煮により，約2～3倍程度膨化するものと思われる。

なお本製品は混合摺身をシャーレ内に入れて蒸煮（40分）したものであるから，カマボコ中心部まで熱が滲透し，部位的な構造上の差異はあまりみられず，かつ膨化澱粉粒子の存在が比較的著量であつた。

6 防腐剤使用の効果

前項の実験5においてホッケの蒸しカマボコ製品は低温貯蔵（0°～4°C）により，約9日間程度保存できることをみたが，この場合防腐剤を添加することにより，さらに保存期間を延長し得ることが考えられる。内山[13]らはフラスキン（ニトロフラゾーン），D.H.A（デハイドロ醋酸），およびバナゾーンを用いて練製品の防腐を行つた結果フラスキン3万分の1を添加したものは無添加の対照製品に比較して30°Cで約24時間その腐敗を延長さすことが出来たことをみている。

著者らも本試験においてフラスキンおよびD.H.A.をホッケの蒸煮カマボコに添加して，その貯蔵性を検討した。

（1） 実験方法

種々鮮度を異にしたホッケより採肉し，水晒し後チョッパーで細砕し，前同様に2%量の食塩および10%量の澱粉を添加後，荒摺り（30分）したものを，(イ) 防腐剤無添加，(ロ) フラスキン（摺身に対し$\frac{3}{100,000}$）添加，および（ハ）D.H.A.（同じく$\frac{1}{5,000}$）添加の3群に分け蒸煮法により製品化した。これらを0～4°Cの氷蔵庫内に貯蔵し適時とり出して製品カマボコのpH，および揮発性塩基窒素量を測定し，併せて官能的にも観察した。

原料魚の鮮度は揮発性塩基窒素量で表わして，（A）6.68*mg%*（pH6.0），（B）11.21*mg%*（pH6.2），（C）15.56*mg%*（pH6.2）および（D）29.19*mg%*（pH6.4）の4群に分けた。この中（D）の原料魚は官能的にも腐敗初期と判定されるものであつた。

なお以上の原料魚のうち，（A）の極めて新鮮なものより製造したカマボコ製品についてはこれを湿度80%に調節した20°C，および37°Cの恒温器の中に保存し，前記の氷蔵庫内貯蔵のものと比較対照した。

（2） 実験結果

氷蔵庫内貯蔵製品についての揮発性塩基窒素の測定の結果は第11図A，B，C，Dに示す通りであり，また新鮮原料（A）より製造したものの20°Cおよび37°C貯蔵品についての実験結果はそれぞれ第12図および第13図に示す。

第11図A～Dにみるように極く新鮮な試料魚AおよびB群のものについてはフラスキンおよびD.H.A.の防腐効果は明らかにみとめられ，これらの防腐剤の添加により揮発性塩基窒素量の発生はかなり抑制される。しかしC，D図よりは原料魚の鮮度の低下につれて添加防腐剤の効果は不明瞭となることが示される。なおこの場合，製品カマボコの中の揮発性塩基窒素量の増加程度は原料魚の鮮度の低下につれて緩慢となる傾向がみられるが，官能的には鮮度低下したものの製品々質は明らかに劣つたものとなつていた。それ故，カマボコ製品の品質鑑定のために揮発性塩基窒素量の測定を行うことの価値の少ないことがうかがわれる。しかしながら新鮮ホッケ原料を用いたAおよびB群のものにおいては揮発性塩基窒素の量より判定した製品々質と官能的な観察結果よりのそれとは比較的よく一致し，氷蔵庫内に低温貯蔵（0～4°C）の場合，防腐剤無添加製品は約10日前後その品質が良く保存されるのに対し防腐剤添加のものは15日間その品質の著しい低下はみられず，この場合フラスキンよりもD.H.A.の方がやゝその防腐効果が大きいようである。

次に20°Cおよび37°C貯蔵のものにおいてはそれぞれ96時間（4日間）および64時間（約2.5日）後頃より急激にその品質が低下し，腐敗臭（アンモニア臭）を発するに至るが，これより以前に製品表面に白色不透

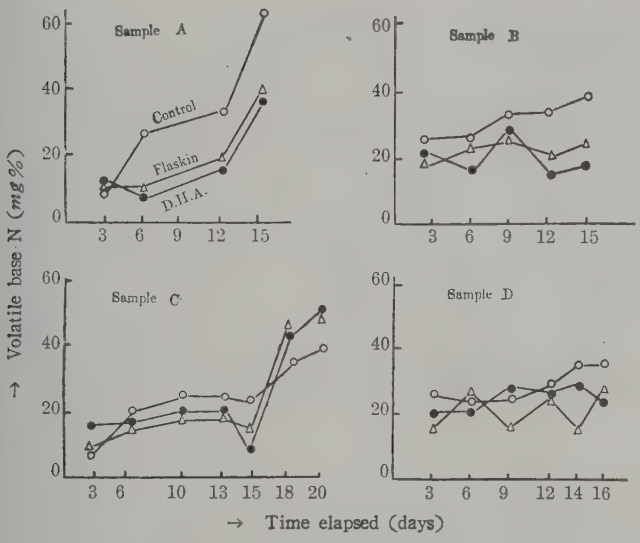


Fig. 11. Effects of the antiseptic agents on the preservation of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat during the cold storage of 0～4°C

○——○ Control (No antiseptized)
●——● Antiseptized by D.H.A.
△——△ Antiseptized by Flaskin

(Marks in the following Figs. 12 and 13 are the same as in this figure)

明のネトの発生がみられた。すなわちネトの発生は両群ともに1～2日目頃よりみられたがこの場合防腐剤添加の製品は多少ネト発生の時期が遅延されることが明らかであつた。しかしその後における防腐剤の効果は全くみとめられ難い程度であつた。

以上の結果より防腐剤として添加したフラスキンおよびD.H.A.のホッケカマボコに対する防腐効果は原料魚の鮮度が良好なほど，また製品貯蔵温度が低いほど有効であることが明らかである。

7　ホッケカマボコの脱色並に脱色カマボコの貯蔵性について

カマボコはその食味，足のほかに外観色沢もまた重視されるため赤色魚肉は殆んど原料として使用されないか，あるいは竹輪，油揚げなどの低級品に限つて一部利用されて

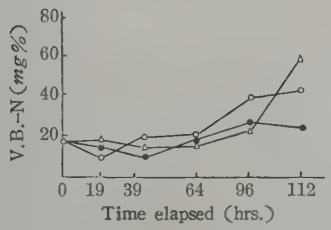


Fig. 12. Effects of the antiseptic agents on the preservation of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (Temp. 20°C, R.H. 80 %)

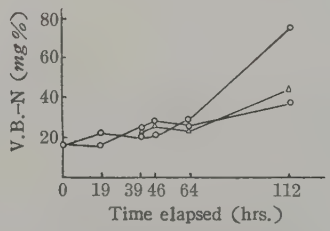


Fig. 13. Effects of the antiseptic agents on the preservation of "Kamaboko" made from Atka mackerel meat (Temp. 37°C, R.H. 80 %)

いるにすぎない。

ホッケは白色肉に属する種類であるが，多少薄桃赤色を呈し，また血合筋も比較的発達しているので，これより製造したカマボコ製品は純白色とは云われず，暗色味を呈しその外観を損ずることが第一の欠点である。

普通業者間にあつてはカマボコの脱色に過酸化水素水を使用し，好評を博しているが，著者らもこれを応用してホッケカマボコ製品の脱色について検討した。

（1） 実験方法

新鮮ホッケより肉片をフィレーとして採取し，チョッパーにかけて細砕後次の順序に分けて処理した。

（A）…簡単に数回水洗　　（B）…30分間宛2回水洗　　（C）…10分間宛5回水洗

（D）…種々濃度（0.0625～2.5%）の有効塩素含有の漂白粉液中に30分間浸漬後数回水洗

（E）…0.5および1.0%のロンガリット溶液中に30分間浸漬後数回水洗

上記の各水洗工程後，軽圧を加えて吸着液汁を分離したのち，摺身重量に対し3%量の食塩および5%量の澱粉を加え，ホモジナイザーで均質化せしめ，成形蒸煮せしめた。この場合前記（A）および（B）の水洗工程のみを経たものについては，(a) 成形後3%の過酸化水素水中に浸漬処理（1分）したもの，(b) 蒸煮後 0.5, 1, 2および3%の過酸化水素水中に浸漬処理（1分）したもの，ならびに(c)対照として水洗工程後の配合摺身を漂白処理しないものの3工程に分けて処理した。

以上の処理工程により製品化せしめたホッケカマボコについて官能的に観察し，その製品々質を比較検討した。なお脱色処理しない製品（対照）および1%ならびに3%過酸化水素水中で脱色処理した製品については室温（10±5°C）放置せしめて，適時 pH，揮発性塩基窒素量，揮発性アミン（ペーパークロマト法[14]）ならびに官能的にその腐敗状況を観察した。

（2） 実験結果

実験結果は第6表に示す通りである。これより脱色効果の最も顕著なものは過酸化水素水であつて，0.5%以上の溶液に軽く一度浸漬するのみで十分な脱色効果を示した。これに反して漂白粉およびロンガリットは変色を来たし，脱色の目的を達することは出来ない。臭気においてはロンガリットは製品に強い臭気を与えるが，過酸化水素水および漂白粉は殆んど製品に悪影響を与えるようなことはなかつた。また味については ロンガリットおよび高濃度の過酸化水素水および漂白粉は製品に或る程度の刺戟味を与えたが，1%以下の過酸化水素水および漂白粉では全く製品の味に異味は感じられなかつた。歩留においてはロンガリット使用のものがやゝ劣るのみで，他は何れも大差を示さず，また製品の弾力性については過酸化水素水使用のものあるいは低濃度の漂白粉を使用したものは無処理の対照品に比して却つて強いという結果を得た。

以上要約すると脱色剤としては約0.5～1% の過酸化水素水液を蒸煮後に使用するのが最も有効であり，漂白粉およびロンガリットは脱色剤としては不適で，逆に製品を着色（油焼けのような色沢）せしめ，また相当高濃度のものを使用しないとその目的を達しないために不利である。特にロンガリットは食品衛生上も使用し得ないことは勿論である。

田元[15]はスケトウダラおよびホッケ煮熟肉について漂白粉，過酸化水素水および過酸化マグネシウムを用いて漂白試験を行つているが，その結果はやはり過酸化水素水が最も有効であることをみとめている。

なお過酸化水素水の製品中への滲透程度を沃素法により定性的に検討してみたがその結果では過酸化水素水液に浸漬後，2時間放置したものでは2%と3%液処理のものは製品表面より約7 *mm*，1%液処理のものは約5 *mm*，0.5%液処理では4 *mm* であつた。しかして24時間放置後においては0.5%および1%液処理のものでは過酸化水素の存在は検知されず，2%と3%液処理のものにおいてはわずかに検知可能であつた。

また実験終了後において使用過酸化水素水の濃度を定量したが，その結果過酸化水素水の濃度は使用前に比し殆んど変化がみとめられなかつた。このことは梅本[16]の研究においても同様な結果が得られている。

次に無処理のホッケカマボコ製品および1%ならびに3%過酸化水素水液で脱色処理したカマボコ製品の室内貯蔵（10±5°C）中における腐敗の状況は次の第14図のようである。すなわち過酸化水素水で処理した製品は対照の無処理のものに比し，貯蔵中の揮発性塩基窒素量の生成が時間的に遅れることが明らかである。この場合無処理製品においては48時間までは大なる変化はないが，72時間後においてネトが発生しはじめ 120時間後においてはイソアミルアミンが検出されるに至つた。これに対し1%および3%過酸化水素水で脱色処理したものは72時間目までは変化なく，96時間頃より漸くネトが発生しはじめやゝ異臭を伴うが，192時間の範囲では揮発性アミン類は検出されなかつた。以上より脱色に際し過酸化水素水液で処理したも

Table 6. Organoleptic observation of "Kamaboko" of Atka mackerel meat treated with various decolorizating agents

Processes \ Items	Color	Odor	Taste	Appearance	Yield	Elasticity
(Washed instantly with water in several times)						
Control	Fair	Slight fish smell	Good	Good	99	Strong
Treated with 3% H_2O_2 soln. after shaping	Good	Good	Slight stimulation	Good	98	Stronger
Treated with 3% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Very good	Good	ibid.	Good	100	Stronger
Treated with 2% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Good	Good	ibid.	Good	99	Stronger
Treated with 1% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Good	Good	Good	Good	98	Stronger
Treated with 0.5% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Good	Good	Good	Good	100	Stronger
(Washed with water for 30 minutes in two times)						
Control	Fair	Good	Good	Good	96	Strong
Treated with 3% H_2O_2 soln. after shaping	Good	Good	Slight stimulation	Good	99	Stronger
Treated with 3% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Very good	Good	ibid.	Good	100	Stronger
Treated with 2% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Very good	Good	ibid.	Good	101	Stronger
Treated with 1% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Good	Good	Good	Good	99	Stronger
Treated with 0.5% H_2O_2 soln. after steam-boiling	Good	Good	Good	Good	98	Stronger
Washed with water for ten munutes in five times	Fair	Good	Good	Good	97	Strong
(For 30 minutes)						
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 2.5% active chlorine	Strong colored	Slight stimulative smell	Good	Slight breaking	96	Brittle
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 1.25% active chlorine	Colored	ibid.	Good	Good	96	Rather brittle
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 0.625% active chlorine	Colored	ibid.	Good	Good	98	Strong
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 0.25% active chlorine	Slight colored	Good	Good	Good	98	Strong
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 0.125% active chlorine	Slight colored	Good	Good	Good	100	Stronger
Immersed in CaCl(ClO) soln. of 0.0625% active chlorine	Slight colored	Good	Good	Good	97	Stronger
Immersed in 1% Rongalit soln.	Slight colored	Strong stench	Strong stimulation	Slight honeycomb	95	Strong
Immersed in 0.5% Rongalit soln.	Colored	Stench	Slight stimulation	Good	94	Rather brittle

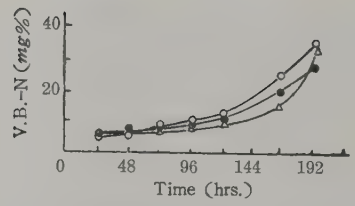


Fig. 14. Change of the amount of V.B.-N during the leaving of "Kamaboko" treated with H_2O_2 solution as a decolorizing agent

○——○ Control (No treated)
●——● Treated with 3 % H_2O_2 soln.
△——△ Treated with 1 % H_2O_2 soln.

のは普通製品に比し色沢が良好となるのみでなく，その腐敗の程度も約1日遅れることが明らかである。

II 煉製品原料としてのスルメイカの利用価値について

著者ら[1]は，さきに冷凍イカ・フィレーについて，その冷凍貯蔵中の成分の変化，ならびに煉製品とした場合の弾力性などについて実験し，製品の弾力は冷凍貯蔵期間が長期（40～50日間以上）に亘れば徐々に減少することをみとめた。

こゝで著者らはさらにこのイカを煉製品とする際の各種条件の改善，または原料として他種魚類を併用する方法などによつてスルメイカ肉の煉製品原料としての製品価値を高めることが出来るのではないかと考え，種々の基礎的な実験を行つた。試験時期の関係で生鮮スルメイカを入手することは出来なかつたので主として冷凍スルメイカ（丸イカ）の煉製品原料としての利用性を本試験では検討した。

試験事項は（1）冷凍イカを用いた場合の混和剤（食塩および澱粉）の添加量と製品の弾力性との関係，(2) スルメイカ肉とホッケ肉との混合割合と製品の弾力性との関係，および（3）冷凍スキッド・パルプの利用などについてである。

1 食塩添加量と製品の弾力性

（1） 実験方法

夏イカを3ヶ月間冷凍貯蔵したスルメイカを水道水中で解凍したものを頭部，内臓，脚部などを除去し，胴部のみを洗滌後，手でそのまゝ剝皮し，細切混合したものに，肉重量に対し0.5～5.0%の各割合で食塩を添加し，さらにそれら各々に対して20%宛の澱粉を添加し，ホモジナイザーで細砕均質化した後，十分捏和後成形，蒸煮（95°C，40分）し，一夜放置後前実験Ⅰの場合と同様に，それぞれ破断強度（*G*），破断応力（*F*）および破断伸張（*L*）を測定した。

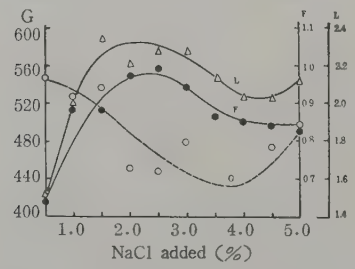


Fig. 15. Relation between the amount of NaCl added and the elasticity of "Kamaboko" made from frozen squid meat (20 % starch added)

○·····○ *G*; Breaking strength (*g*)
●——● *F*; Breaking stress ($g/cm^2 \times 10^3$)
△——△ *L*; Breaking strain (l/l_0)

(Marks in the following Figs. 16～23 are the same as in this figure)

（2） 実験結果

実験結果は第15図に示す。これより明らかなように破断強度（*G*）は食塩添加量0.5～4.0%の範囲では食塩添加量の増大につれて減少（*G*=547～413*g*）し，その量以上ではやゝ増加するようである。しかし 5.0%以上の食塩量では，製品の塩味が強すぎるので不適当である。これに対し破断応力（*F*）および破断伸張（*L*）はそれぞれ2～2.5%および1.5～3.0% の範囲において最も高い値を示し，それ以上の食塩添加量では何れも減少を示す。

以上の結果および官能的な観察結果から，冷凍イカを煉製品原料とする場合，添加すべき食塩量は1.5～2.0%程度が最も適当な弾力性を示すことを知つた。

2 澱粉添加量と製品の弾力性

北林[17]はスルメイカ肉中にはアクトミオジンが少

なく，したがつてこれを煉製品とした場合に製品の足が弱いものとなることを指摘しているが，果してそうであるならば澱粉の添加量によつて或程度補強され得るので，この適当な添加量を定めるために本実験を行つた。

なおイカを煉製品とする場合に剝皮しないと表皮色素細胞中の色素が溶出して外観を損なうから，この剝皮操作は重要な一工程とされている。最も普通に行われる剝皮法は加温自家消化法[18]（40〜50°Cの温湯に数分間浸漬して剝皮する方法）であるが，本実験ではこの自化消化法による剝皮法と，手による剝皮法の2法についても比較検討した。

（1） 実験方法

冷凍スルメイカを水道水中で解凍したものの胴部のみを加温自家消化法および手剝法によつて剝皮し，また対照として生鮮スルメイカの胴部のみを手で剝皮した3種の試料をそれぞれ細切混合し，これらに2％量宛の食塩を添加し，さらにそれらの各々に馬鈴薯澱粉を10，20，25，30，35，および40％量添加した。

これらの各試料をホモジナイザーにより均質化し，成形，蒸煮を行い一昼夜放置後，製品の弾力性を前同様に試験した。

（2） 実験結果

第16図は冷凍イカを加温自家消化法により剝皮したもの，第17図は同じく手剝法で剝皮したものについて

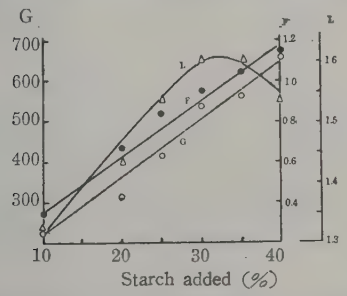


Fig. 16. Relation between the amount of starch added and the elasticity of "Kamaboko" made from frozen squid meat (Skinned by autolyzing method; 2 % NaCl added)

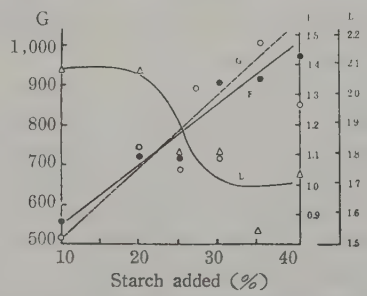


Fig. 17. Relation between the amount of starch added and the elasticity of "Kamaboko" made from frozen squid meat (Skinned by hand; 2 % NaCl addedd)

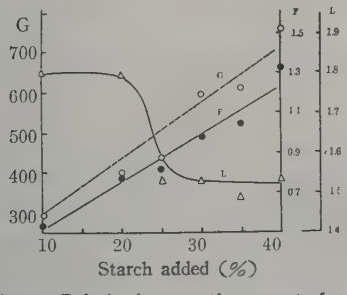


Fig. 18. Relation between the amount of starch added and the elasticity of "Kamaboko" made from raw squid meat (Skinned by hand; 2 % NaCl added)

の実験結果を示し，また第18図は生鮮スルメイカを手剝法で剝皮したものについての結果を示す。

第16図，第17図よりも明らかなように澱粉添加量と製品の弾力性との関係は，原料イカの剝皮法の差異により極めて著しい差異がみられる。すなわち加温自家消化法により剝皮（第16図）したものは破断強度（*G*）および破断応力（*F*）は添加澱粉量の増加と共に次第に大きな値を示している。一方，破断伸張（*L*）は澱粉添加量が30％において最高の値を示し，さらに澱粉添加量が増加すると逆に減少の傾向を辿る。感覚的には澱粉の添加量の増大につれて製品の弾力性は漸次うすれ，剛性を増すように感じられ，実験範囲の澱粉添加量では25〜30％程度が最も

良好な弾力性を示した。

これに対し，冷凍イカを手で剝皮した場合（第17図）にはGおよびF値は何れも加温自家消化法により剝皮したものに比し多少大きい値を示すが，澱粉添加量に対応しては増大する一方で前と同じ傾向を示す。しかしL値は澱粉添加量が20%までは比較的大きい，かつほゞ一定の値を示すが，20%量以上の澱粉添加では急激にその値を減ずるに至る。しかして感覚的な観察結果と比較対照すれば，この場合20%量の澱粉添加量において最も良好な弾力性を示した。

次に生鮮スルメイカを手で剝皮した場合（第18図）は全く冷凍スルメイカ原料を用いた場合と同様の性質を示し本質的には大差はみられない。

以上の結果は剝皮法の差異による肉蛋白の性状の相異によつて惹起されたものと考えられ，加温剝皮法によつた場合には肉蛋白アクトミオジンの一部は熱変性を受けるので，その食塩に対する溶解性或は水和力などが手剝法の場合に比し小さくなるので，製品の弾力性が主として澱粉の添加量に依存される結果になることによるものなのであろう。これら両剝皮法の製品について感覚的に比較した場合，一見して加温自家消化法によつたものはそのカマボコとしての生地が粗雑で且つちぎれやすい。

3 スルメイカ肉とホッケ肉との混合割合と製品の弾力性

前項1および2の実験において，スルメイカ肉を原料とした煉製品はその色沢が良好である反面，イカ特有の臭気を有し，またその弾力性においてもやゝ一般製品と比し劣るように感ぜられた。こゝで著者らはイカ肉にホッケ肉を混合し，イカ特有の臭気を緩和すると共に，その弾力性をさらに補強せしめることを目的として次のような実験を行つた。

（1） 実験方法

試料として，冷凍スルメイカ（夏イカを3ヶ月間冷凍貯蔵したもの）を主として用い，これを水道水中で解凍し，胴部のみを手で剝皮して用いたが，一部対照として生鮮スルメイカを同じ手剝法により処理して用いた。混合するホッケ肉は新鮮なホッケの頭部，内臓を除去し3枚に身おろしし，血液汚物を十分洗い落したものを擂潰混和した。イカ肉とホッケ肉との混合割合はホッケ，スルメイカ混合摺身中においてイカ肉の含有率を0（ホッケ肉のみの場合），10，20，……90，および100%（イカ肉のみの場合）として検討し，添加澱粉量および食塩量はそれぞれ次のように変えて試験した。

（a）—澱粉添加量をホッケ肉に対し10%，冷凍スルメイカに対し10%，20%および30%とし各々に2%量の食塩を添加した場合

（b）—以上の内，澱粉添加量をホッケ肉に対し10%，冷凍スルメイカに対し20%とした場合については食塩添加量を1%とした場合についても検討した。

（c）—生鮮スルメイカ使用のものは，澱粉添加量をホッケ肉に対し10%，スルメイカに対し30%とし，食塩添加量は2%とした。

上記のように配合したスルメイカとホッケ摺身を種々の割合で混合し，前回同様，成形，蒸煮して一夜放置後製品の弾力性をみた。

（2） 実験結果

実験結果は第19図〜第23図に示す通りである。冷凍イカ肉およびホッケ肉に澱粉各々10%量，食塩2%量配合し，これらの摺身を混合した場合には第19図にみるようにG, F. およびLの各数値は何れも冷凍イカ摺身の含有率の増加につれて減少し，特にイカ摺身の含有率が60%以上においては急激に減少する。これに対し，イカ肉摺身に添加する澱粉量を20%とした場合には第20図に示すように，FおよびL値は前同様に冷凍イカの含有率の増加にしたがつて減少するが，G値すなわち破断強度は逆に増大し，感覚的には70%のイカ含有率において最も強い弾力性をしめした。更にイカ肉摺身に配合する澱粉量が30%に増加した場合には第22図に見るようにL値は冷凍イカ摺身の含有率の増大につれて減少することは前と同様であるが，F値は約50%の摺身の配合率のときにおいて最高を示し，さらにイカ摺身の含有率が増加すれば

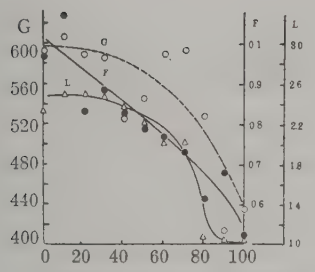


Fig. 19. Relation between the elasticity and the mixing ratio of squid to Atka mackerel meat paste (Amount of starch added is 10 % for frozen squid or raw Atka mackerel meat paste respectively; NaCl is 2 % for each paste)

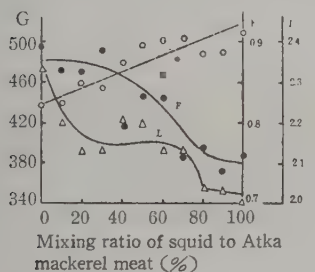


Fig. 20. Amount of starch added is 20 % for frozen squid, and 10 % for raw Atka mackerel meat paste; NaCl added is 2 % for each paste

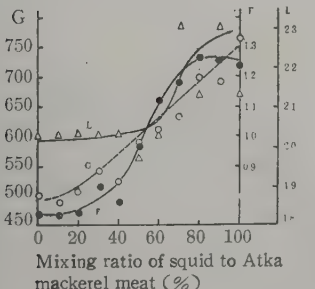


Fig. 21. Amount of starch added is 20 % for frozen squid, and 10 % for raw Atka mackerel meat paste; NaCl added is 1 % for each paste

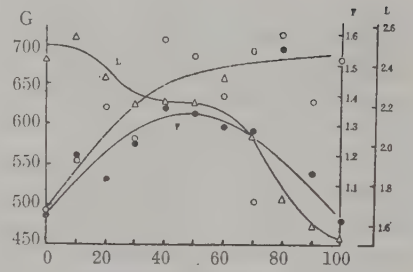


Fig. 22. Amount of starch added is 30 % for frozen squid, and 10 % for raw Atka mackerel meat paste; NaCl added is 2 % for each paste

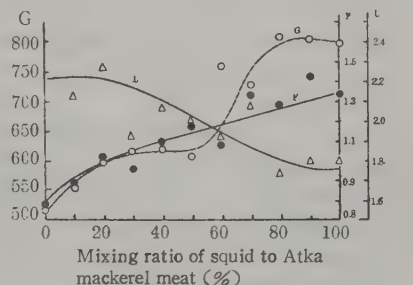


Fig. 23. Amount of starch added is 30 % for raw squid, and 10 % for raw Atka mackerel meat paste; NaCl added is 2 % for each paste

はじめて*F*値の減少を見る。しかしこの場合においても*G*値は冷凍イカ摺身の含有率の増加と比例的な関係を示す事は第20図の場合と同様である。次に食塩添加量の相異による弾力性の差異を第20図および第21図（何れも澱粉添加量は冷凍イカに対し20%，ホッケに対し10%）よりみるに，食塩添加量を1%とした場合には，イカ肉の含有率40%以上において急激に*G*, *F*および*L*値の増大をみ，40%の含有率以下では大なる変化はみられない。これに対し食塩2%添加のものでは特にこのような著しい傾向は認められない。このことはホッケ摺身に対する食塩添加量はその弾力性の面からみた場合1%ではまだ不十分であるが，イカ肉の場合には前項1の実験において示されたように1%の食塩添加量ですでに相当強い

弾力性を示すことが原因となつているように考えられる。

生鮮イカ肉を使用した場合には第23図にみるように，冷凍イカ肉についての第22図に比較して本質的には大差のない弾力性の変化を示すので冷凍イカについての上記の各試験結果は生イカ原料を使用した場合にも適用されるものと思われる。

以上の結果および感覚的な観察結果より，スルメイカとホッケ肉との混合割合と澱粉添加量との相互関係を主として製品の弾力性から検討した場合，ホッケ摺身に対する澱粉添加量を10%，イカ摺身に対しては20%とするのが適当なようで両者の混合割合はスルメイカ7に対しホッケ3が最大限度と思われる。なおこの場合食塩の添加量は混合摺身に対し2%が適当であるが，混合摺身中のイカ肉の含有率が50%を超すときには食塩添加量を1%としてもさほど製品の弾力性は劣らない。

なおまた，混合製品の臭気については混合摺身中のイカ肉の含有率が40%以下においてはイカ特有の臭気はホッケの臭気によく緩和されるようであつた。

4　冷凍スキッドパルプの利用

スルメイカ煉製品の製造において原料の剝皮処理はかなりの困難を感ずる。この場合スルメイカを産地において剝皮しこれを粉砕して乳粥状のものとなしこれを冷凍貯蔵して消費地へ送れば業者がこれを利用する場合において極めて便利なものと思われる。なお現在スキッド・パルプの製造を行う業者もいると聞いている。

著者らはイカ肉をチョッパーに掛け細砕後ピアノ線を利用したカッターを用いて乳粥状とし，これを**スキッド・パルプ**と称しこれを冷凍し煉製品の原料として利用する場合の原料としての適否を検討した。

（1）　実験方法

新鮮スルメイカの胴部を加温自家消化法による剝皮（40°～50°C，10分），乳酸液浸漬法による剝皮[19]（0.5%乳酸液中20分浸漬）および手剝法により剝皮した後，スキッド・パルプとし，また剝皮しないフィレー状のものを対照試験として用いた。これらの試料をポリエチレン製袋に約300 g宛入れ口を固く縛つて－17°Cで凍結後同温度に貯蔵した。貯蔵後一定時間毎に各試料をとり出し流水中で融解後30分間荒摺りし，食塩2%，澱粉15%を添加し（フィレー凍結貯蔵のもののみはさらに水を20%添加した）30分間本摺りし成形後，蒸煮（50分）して製品となし一夜放置後製品の弾力性を検討した。

（2）　実験結果

実験結果は第24～26図に示す通りである。これらの結果にみるように加温自家消化法によつて剝皮したものおよび乳酸法によつて剝皮して作つたスキッド・パルプではその製品カマボコの破断強度（G），破断応力（F）および破断伸張（L）は何れも低い値を示している。これは加温自家消化法による剝皮法ではイカ肉は40～50°Cの温湯中で自家消化せしめる間に筋肉蛋白（アクトミオシン）の一部が熱変性した結果であろうと考えられるし，また乳酸による剝皮法によつたものは乳酸浸漬中に筋肉蛋白の一部が酸凝固を起したことによるものと考えられる。

一方，手剝法により剝皮したものおよびフィレー状凍結のものでは煉製品原料としての価値をさほど失うことなく製品カマボコの弾力性も前記の剝皮法によつたものに比してはるかに強かつた。

なお何れの処理法によつたものでも貯蔵期間の延長につれてその弾力性は漸次減少するが，本実験条件では最初の20日間内において処理すれば，これらを煉製品原料として使用することが出来ると思われる。しかしスルメイカをパルプ状にして凍結貯蔵したものは何れもフィレー状のまゝ貯蔵したものよりもそのカマボコ製品の弾力性は劣るが，これは凍結貯蔵中の肉蛋白の変性速度がパルプ状の場合とフィレー状の場合とで異なることによるものと思われ，この点さらに研究改良を要するところである。

むすび

以上北海道で多獲されるホッケおよびスルメイカについてその煉製品原料としての価値を種々の基礎的な

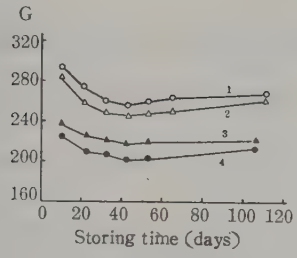


Fig. 24. Relation between the period of freezing storage of squid pulp and the breaking strength (*G*) of "Kamaboko" made from the squid-pulp

○——○ Squid fillet (Not skinned)
×——× Squid-pulp made by hand-skinning
▲——▲ Squid-pulp made by autolyzing skinning
●——● Pulp skinned by soaking in lactic acid solution

(Marks in the following Figs. 25 and 26 are the same as in this figure)

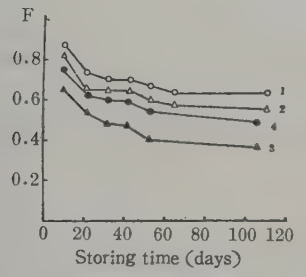


Fig. 25. Relation between the period of freezing storage of squid pulp and the breaking stress (*F*) of "Kamaboko" made from the squid pulp

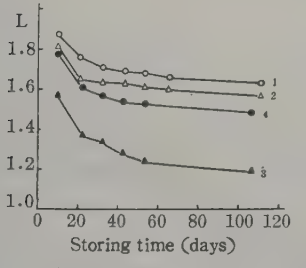


Fig. 26. Relation between the period of freezing storage of squid pulp and the breaking strain (*L*) of "Kamaboko" made from the squid pulp

観点から検討したが結論として上記の2原料はその適切な処理配合により優に一般製品と同等の価値を有する煉製品を製造することが出来る自信を得た。しかし本実験の結果をもつて全しとするわけにはいかず，さらに検討を加えるべき点も多い。すなわち澱粉添加により製品の弾力性を増強せしめるほかに無澱粉製品としての弾力性を増大せしめる方法の探究もこれからの問題であり，また原料魚は常に新鮮なものとして搬入することは期し難いので，この鮮度低下した原料の適切なる利用法，あるいはまたカマボコ製品の包装貯蔵などについて検討を必要とするものである。なおまた冷凍貯蔵中の肉蛋白の変性，ドリップの生成機構などについてもさらに基礎的な研究を加え，冷凍原料の製品の弾力性を向上せしめることも大事なことである。これら未解決の問題については今後さらに本研究を遂行しその発展を期するつもりである。

要　　約

北海道における多獲魚のうち，ホッケおよびスルメイカについてこれらを煉製品原料とした場合の原料的価値について検討した。

（1）ホッケおよびスルメイカの蒸煮カマボコの製造において各原料擂身に対する食塩添加量はホッケでは約3%，スルメイカでは約2.5%がその製品の弾力性からみて適当である。

（2）また澱粉添加量はホッケ擂身では10%，スルメイカでは20%程度が適当である。

（3）砂糖の添加量はホッケ擂身に対しては12%程度までは製品の弾力性に悪影響をおよぼさない。

（4）蒸煮時間が余り長時間におよべば製品カマボコの弾力性は減少するに至るので成形時の大きさに対応して適宜蒸煮時間を加減すべきである。

（5）原料ホッケの鮮度の低下に伴い製品カマボコの弾力性は漸次低下する。しかして煉製品の原料としての鮮度限界は揮発性塩基窒素量20 *mg%* を限度とすべきである。

（6）また製品カマボコを0～4°Cで低温貯蔵せしめた場合は貯蔵後3日目頃より製品の弾力性が失われるに至るが食用としては9日間程度

の貯蔵は可能である。

（7） ホッケカマボコの内部構造を顕微鏡的に観察した結果澱粉粒子が生の状態で存在して補強効果を示すという岡田らの知見を確認し得た。

（8） 防腐剤としてのフラスキンおよび D.H.A. の効果は原料魚の鮮度が良好なほどまた製品の貯蔵温度が低いほど有効である。

（9） ホッケカマボコの製造に当り蒸煮後0.5～1.0%の過酸化水素水液で脱色処理することは極めて有効な方法で，この場合製品にある程度の貯蔵性が賦与される。

（10） スルメイカ肉にホッケ肉擂身を混合することはイカ特有の臭いを緩和しまた製品の弾力性を増長せしめる上において有効な方法で，この場合澱粉添加量はスルメイカに対し20%，ホッケに対し10%とし食塩添加量はおのおの2%とし，かつホッケとスルメイカとの配合比は7:3を限度とすべきことを知つた。

（11） スルメイカをパルプ状として凍結貯蔵してこれを煉製品原料として利用することは便利な方法であるが，その製品の弾力性は原料パルプの凍結貯蔵期間の延長につれて漸次低下する。

（12） この場合製品の弾力性は原料スルメイカを手剝法によつて剝皮しパルプ状となして凍結したものが最も良好で，加温自家消化法あるいは乳酸液浸漬法により剝皮したものはその弾力性が劣る。

文　　献

1） 谷川外（1953）．北大水産彙報 4（3），224-233．

2） 藤井（1954）．同誌 5（3），253-276．

3） 松本・新井（1952）．日水誌 17（12），377-383．

4） 志水・清水（1953）．同誌 19（4），596-602．

5） Y. Shimizu & W. Shimidu（1958）. *Mem. College Agr. Kyoto Univ., Fisheries Series*, 68-76.

6） 清水（1945）．蒲鉾．266p. 東京；生活社．

7） 松本・新井（1953）．日水誌 19（6），781-788．

8） 宇野・中村（1958）． 北水研報（18），45-53．

9） 谷川外（1954）．北大水産彙報 5（3），289-298．

10） 岡田・右田（1956）．日水誌 22（4），265-267．

11） 谷川・藤井（1958）．北大水産彙報 9（2），145-148．

12） 岡本・上田・前田（1955）．顕微鏡的組織化学．517p. 東京；医学書院．

13） 内山・横山（1953）．日水誌 18（12），709-717．

14） 江上（1953）．標準生化学実験法．625p. 東京；文光堂．

15） 田元（1953）．北水誌月報 10（9），8-13．

16） 梅本（1954）．日本水産学会食品分科会講演（於清水）．

17） 北林（1954）．北水試月報 11（5），39-42．

18） 右田・谷川（1958）．イカの化学と加工．97p. 函館；北海水産新聞社．

19） 谷川[ママ]（1955）．蛋白研究班研究報告（4）．イカ肉に関する研究，55-59，水産庁調査研究部研究第一課．

イカ食中毒の生化学的研究

第4報　イカ肉並びに牛、豚等の獣肉のアミン類が人血清アセチルコリンエステラーゼに及ぼす阻害作用

村田喜一・飯田　優
（北海道大学水産学部食品化学教室）

Biochemical Studies on Squid Meat Food Poisoning

IV. The inhibition of human serum acetylcholinesterase by the amines of squid meat, beef and hog-flesh

Kiichi MURATA and Atsushi IIDA

Abstract

In this report, the amines of squid meat were compared with the amines of flesh in respect to thier human serum acetylcholinesterase inhibition.

Beef and hog-flesh, which previously had been aged, and squid meat were kept at 25°C ; from them amines were obtained in three forms : total, volatile and non-volatile. Those amines were added into acetylcholinesterase reaction medium respectively.

Under described condition, while spuid meat was eatable the flesh seemed to be non-eatable. But inhibition per cent by the amines of squid meat was higher than by the amines of flesh ; actually, serum acetylcholinesterase may be inhibited by the former more probablly than by the latter in the human body.

著者等はさきに市販のスルメイカ肉を一定温度（27°C）に貯蔵した場合，肉の腐敗程度が進行するに伴つて，生成するアミン部を分離定量し，其の生成量と之れが人血清コリンエステラーゼ活性に及ぼす阻害作用を見て，其の間の相関々係を述べたが[1]，本報では広く食用に供せられている獣肉を対照として，イカ肉と同様に生成アミンと人血清コリンエステラーゼ阻害後の関係を知らんとし，比較検討したものである。

実験方法

1　試料

試料は市販の品で，スルメイカは外套筋肉を分離し，其の表皮を剝離して供試し，牛肉及び豚肉は市販品としての屠殺後成熟期間を経過せしめた，極上品と認められるもので脂肪部は除去して使用した。

各々供試料は短柵型に切り，滅菌ペトリシャーレ各4個に入れ，25°Cの恒温器に貯蔵して24時間毎に必要量を採り出し試験に供した。

2　アミン類の分離と分別

アミン類の分離分別は前報[1]の方法によつた。即ち検体は刻細して10gを秤取，厚生省衛生検査指針による，トリクロール醋酸抽出法でエキスを調製した。之れを予めpH5.0に調製したイオン交換樹脂 Amberlite IRC-50のカラムに通し，カラムは水洗し，2 N HCl で溶出，水洗を行ひ，溶出液及び洗液を合して湯浴上にて蒸発乾固を繰り返えして遊離塩酸を除去した後，水で50ccとし，之れを全アミン区とした。

全アミン区溶液の25ccをN NaOHでpH 9～10とし直ちに水蒸気蒸溜を行い，溜分を稀塩酸液中に捕集す

る。捕集液は前と同様にして遊離塩酸を除去したる後，水を加えて25ccとする。之れを揮発性アミン区とした。

水溜残液は塩酸で中和した後，25ccとする。之れを不揮発性アミン区とした。

以上の分別法による揮発，不揮発性アミン区の窒素量再現率は第1表に併記した通りである。尙全アミン区，不揮発性アミン区には NaCl が混溶していることを確めたので之れが補正を行つた。

3 窒素の定量

各アミン区の窒素の定量は前報[1]の方法によつて行つたもので第1表は其の成績を示したものである。

Table 1. Changes in the amount of amines of squid meat, beaf and pork

Fraction of amines	Meat	Time elasped (hrs.) 0	24	48	72
Total (N mg%)	squid meat	47.79	93.73	320.18	385.70
	beaf	35.34	72.78	266.12	322.59
	pork	29.01	74.88	246.11	321.38
Volatile (N mg%)	squid meat	20.28	40.28	245.06	306.76
	beaf	17.32	24.64	201.51	254.39
	pork	10.46	26.41	178.46	249.02
Non-volatile (N mg%)	squid meat	27.53	53.47	75.18	78.94
	beaf	18.08	48.20	64.67	68.26
	pork	18.65	48.55	67.71	73.36
Volatile (N mg%)	squid meat	20.22	39.65	232.43	292.49
	beaf	17.23	23.47	196.09	242.49
	pork	10.36	25.43	176.69	235.11
Recovery (%)	squid meat	99.70	98.44	94.85	95.56
	beaf	99.48	99.31	97.31	95.24
	pork	99.04	96.29	99.00	94.41
Non-volatile (N mg%)	squid meat	27.52	53.46	75.15	78.94
	beaf	18.05	48.17	64.64	68.23
	pork	18.60	48.51	67.68	72.96
Recovery (%)	squid meat	99.96	99.98	99.96	100
	beaf	99.83	99.94	99.95	99.96
	pork	99.73	99.92	99.96	99.45

Recovery …… N mg% of volatile and non-volatile fraction was reduced with them respectively in total fraction.

4 各アミン区溶液の人血清アセチルコリンエステラーゼに対する阻害度の測定

阻害度の測定は前報[1]の方法によつた。即ちアセチルコリン，アセチルコリンエステラーゼ反応系内に各アミン溶液0.5cc宛を添加して，其の阻害作用をみたのであるが，各溶液0.5ccは生筋肉に換算して0.2gに相当する。尙基質はアセチルコリン・クロライドを，酵素液として用いた血清は28才の健康なる男子の血液よ

り分離したもので，そのエステラーゼ活性は81.7±0.5%であり，之れを水で5倍稀釈して用いた。

反応液は常法で着色せしめ，AKA 型光電比色計を用い，セル 5 mμ，波長530mμに於ける吸光値を読み，血清を添加しないもの（A），供試液を添加しないもの（B_o），血清アセチルコリン及び供試液を加えたもの（B_n）とした。又全アミン区と不揮発アミン区溶液に混溶している NaCl のエステラーゼ阻害作用を除くために，NaCl 0～5%の各溶液 0.5cc を上記の酵素反応系に添加して同様に比色操作を行い，NaCl を加えたものの吸光値（C_m），加えないものの吸光値（C_n）とし，C_mとC_oの差C_nと食塩濃度との関係を求めて，第1図に示す結果を得た。一方該当アミン区溶液中の NaCl 濃度を知り，第1図より相当するC_nを求めた。

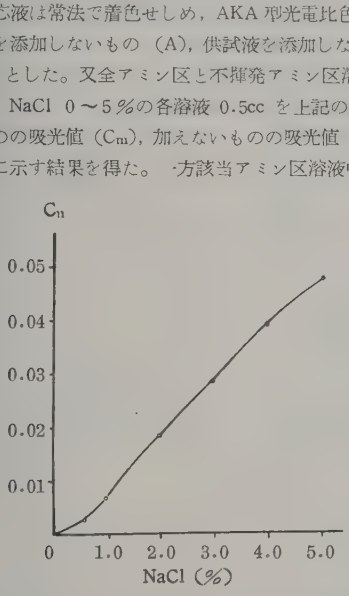


Fig. 1. Relation between the concentration of NaCl and the defference of optical density $C_m - C_n (= C_n)$

以上の吸光値を用いて，エステラーゼ活性度及び阻害度を下式の如く現わしたが之れは各アミン区溶液0.5cc存在下に於ける血清0.1cc当りの値で求められている。

アセチルコリンエステラーゼ活性度＝

$$\frac{A-(B_n-C_n)}{A}\times 100$$

活性阻害度＝$\{1-\frac{A-(B_n-B_o-C_n)}{A}\}\times 100$

結果と考察

前記の条件でイカ肉，牛肉，豚肉を処理し，24時間経過すると，イカ肉はスルメ様の芳香を呈して充分食用に供し得る状態であつたが，牛肉及び豚肉は酸えた臭を放つて，すでに食用の対象となり得なかつた。又48時間後に於いては，イカ肉はアンモニア臭は強かつたが，加熱処理によつてなお食用可能の状態にあつた。

而して各アミン区の窒素量と血清アセチルコリンエステラーゼに対する阻害作用を第2表（第2－4図）に示したが，いずれも肉の腐敗程度の進行に伴つて窒素量と阻害度が平行して増加し，獣肉もイカ肉と同じ様な傾向を示したが，窒素量はイカ肉が獣肉に比べて常に多く，阻害度も同様であるが，之れを全アミン区の値についてみると，市販品入手直後イカ肉2.06%，牛肉0.36%，豚肉0.42%で，獣肉が既に食用の限界を超えた24時間後には，イカ肉8.5%，牛肉2.8%，豚肉3.9%で，更にイカ肉は48時間後に21.3%を示している。此の様に獣肉が食用不能になる条件下で，イカ肉は尚食用可能であり，しかも其の際の阻害度はイカ肉に於いて大である。之等のことからイカ肉を摂取した場合に，そのアミン類が血清アセチルコリンエステラーゼを阻害する可能性は獣肉に較べて相当大であるものの様に推察される。

又実験結果から明らかなる如く，何れの場合に於いても，その阻害度は不揮発性アミン区が揮発性アミン区より大であるが，全アミン区の値は之等両者の加算値より更に大であつた。これより見て，アミン類のエステラーゼ阻害作用は揮発性及び不揮発性アミン類のいずれかが特異的に作用すると云うよりも，両アミン類が協同的に作用する結果と考えることがより妥当であることは，イカ肉について前報[1]に述べた処であるが，牛豚肉についても同じ傾向を示すと云うことが出来ると考えられる。

なお今回阻害度の測定に用いた血清は，前報[1]で用いた血清と同一濃度の NaCl による阻害度が多少異なり，エステラーゼ活性に対する同一阻害剤の影響も血清の個体差によつて異なることを知つた。

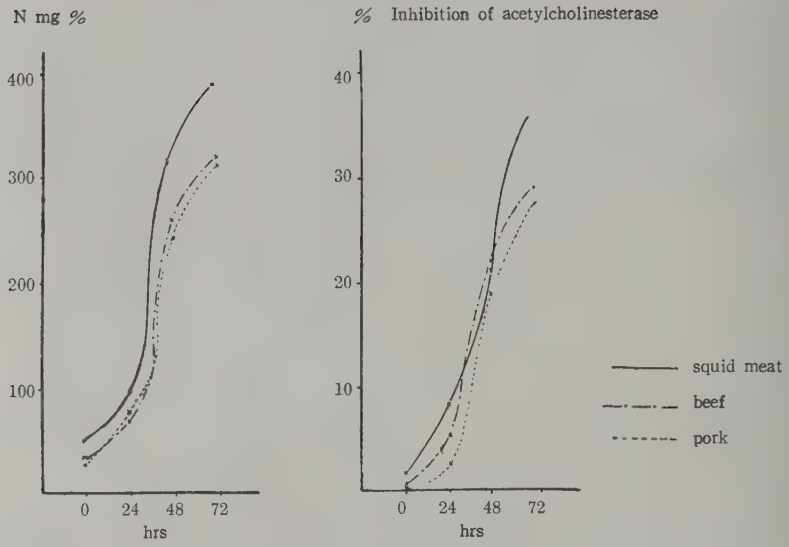


Fig. 2. Total amines

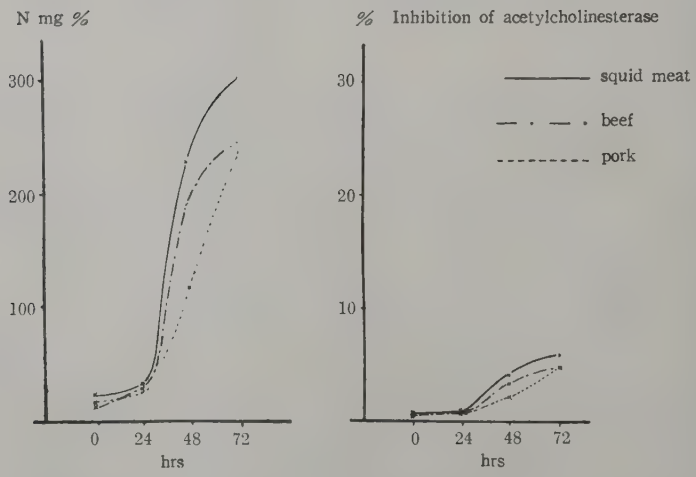


Fig. 3. Volatile amines

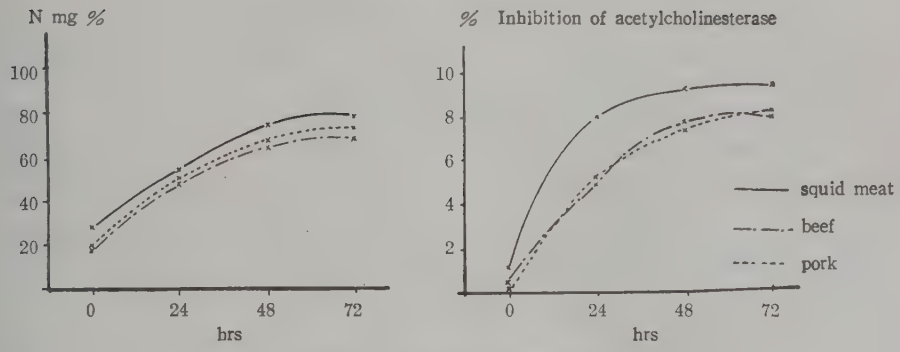


Fig. 4. Non-volatile amines

Table 2. The activity* and inhibition* of acetylcholinesterase of human serum† in the presence of amines of squid meat, beaf and pork

	Fraction of amines	Meat	Time elasped (hrs.) 0	24	48	72
Acetylcholinesterase activity (%) in the presence of	total	squid meat	80.11	71.53	60.90	46.19
		beaf	81.48	78.38	60.04	53.46
		pork	81.74	76.64	63.34	55.05
	Volatile	squid meat	81.41	81.23	77.34	76.13
		beaf	81.49	81.32	78.20	76.99
		pork	80.91	80.57	78.92	76.33
	Non-volatile	squid meat	80.62	73.88	72.66	72.15
		beaf	81.49	76.82	74.05	73.88
		pork	80.90	75.99	73.74	72.88
Inhibition (%) of acetylcholinesterase per 1 mg% nitrogen of	total	squid meat	2.06	8.48	21.28	35.63
		beaf	0.36	2.77	18.80	28.37
		pork	0.42	3.88	18.86	27.12
	volatile	squid meat	0.33	0.61	4.50	5.71
		beaf	0.55	0.59	3.63	4.84
		pork	0.26	0.52	2.25	3.84
	Non-volatile	squid meat	1.27	7.96	9.17	9.52
		beaf	0.40	5.02	7.79	7.96
		pork	0.21	5.18	7.43	8.29

※ …… Activity and inhibition was exhibited on 0.1cc human serum in the presence of 0.5cc solution of amines.

† …… This serum gave 81.7±0.5% acetylcholinesterase activity.

要 約

牛肉，豚肉及びイカ肉を同一条件で25°Cに貯蔵し，各肉のアミン類窒素量と夫等アミン類の人血清アセチルコリンエステラーゼに及ぼす影響について比較検討を行つた。

1) 獣肉は窒素量増加と共に之れに平行して阻害度も増加し，其の間にイカ肉と同じ様な傾向が見られた。この関係は殊に全アミン区に顕著にみられた。又アミン類の血清アセチルコリンエステラーゼ阻害作用はイカ肉に於けると同じく揮発性及び不揮発性区アミン類の協同作用によるものに非ざるやと思考せられる。

2) イカ肉は獣肉と較べ常に窒素量も多く，阻害度も大であつた。又一定時間経過後獣肉が食用不能の状態に変化しても，なおイカ肉は食用可能の状態を保ち乍ら，その窒素量の遙かに大なるは，イカ肉を摂取した場合，そのアミン類がエステラーゼ活性を阻害する可能性が獣肉よりも大きい事が推知せられる。

文 献

1) 村田喜一・飯田優 (1959). 北大水産学部研究彙報.

A LIST OF MARINE ALGAE COLLECTED IN THE VICINITY OF OSHORO MARINE BIOLOGICAL STATION, AT OSHORO, HOKKAIDO, JAPAN

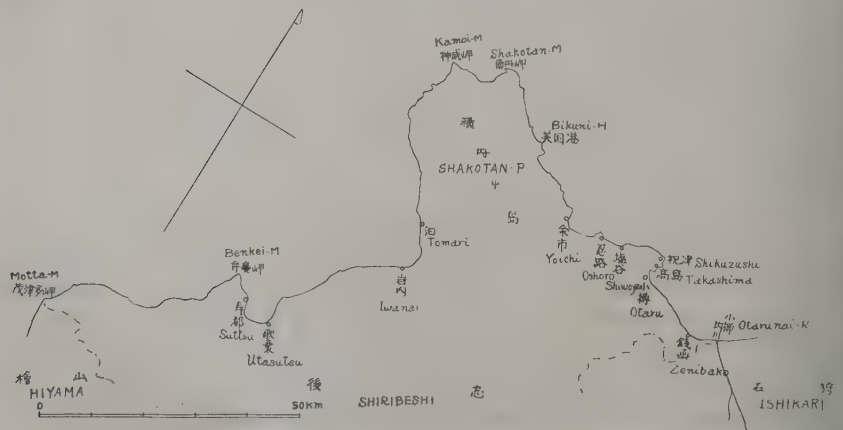
Jun TOKIDA and Tomitarô MASAKI
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

The Oshoro Marine Biological Station was established in 1908 on the innermost beach of Oshoro Bay, ca. 14.5 km west of Otaru Harbour, on the Japan Sea coast of Hokkaido. This Station is now attached to the Faculty of Fisheries, Hokkaido University. It takes about 15 minutes on foot descending a slope from the bus-stop "Oshoro" of the Chûô Bus Line between the railway stations of Otaru and Yoichi. The Bay is small but rich in variations of habitats, and biological collections are possible even in more or less rough weather. Accordingly the Station has been visited by many biologists and is used recently very often in summer months for the biological training of the students from not only Hokkaido University but also other colleges and high schools. Consequently, the marine organisms in the vicinity of the Station have hitherto been collected and investigated to a considerable extent. Nevertheless, a comprehensive work on the Fauna or Flora of the sea in the neighbourhood of the Station has never been published to date. As for the marine algae in this sea area, Dr. K. Yendo reported here and there in a number of his papers the results of his researches carried out while he had been frequently visiting the Station from Sapporo, and Dr. K. Inagaki (1933, 1935) and Mr. I. Umezaki (1956) have published their reports on the red algae and the blue-green algae respectively. The present writers also reported some results of their observations on a few species.

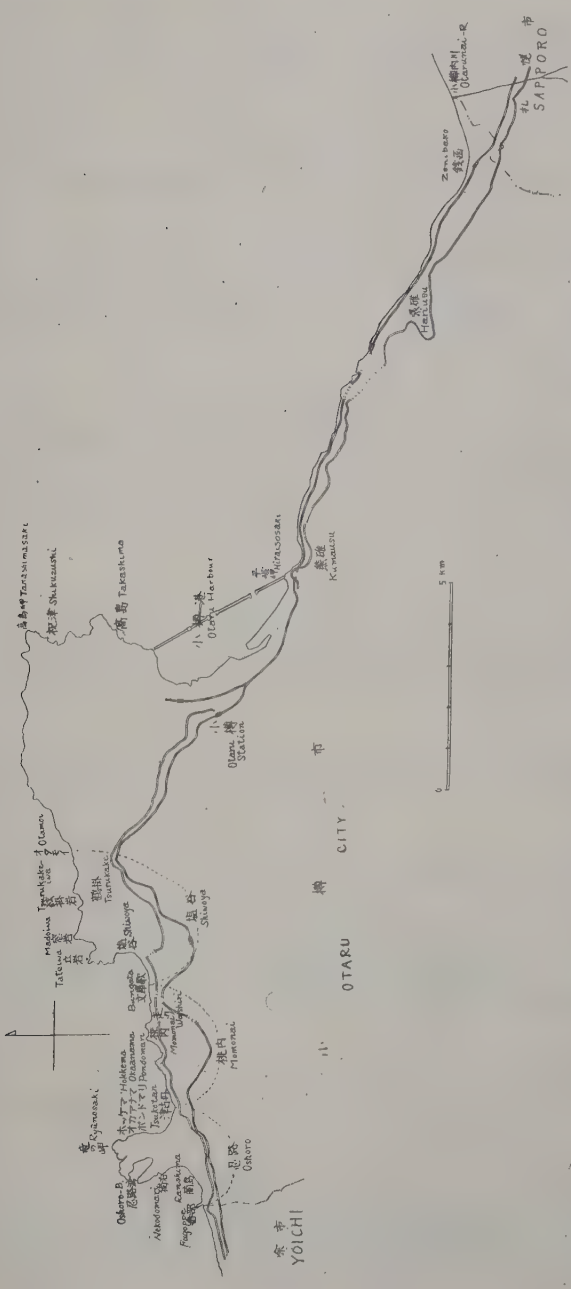
Here the writers present a list of the marine algae hitherto reported in the literature to have been collected in the vicinity of Oshoro with the addition of those collected by the writers themselves, only in the hope that it will be of some help for the collectors of research materials and be one step to a comprehensive report on the Flora to be written by someone in future. Taking this opportunity the writers wish to pay their respect to the authors of the cited works, and to thank Mr. Tamejirô Yamazaki, Mr. Tamezô Yamazaki and Mr. Kazurô Shinta, for their kind assistance in various ways while the writers were staying at the Station.

In the present list are enumerated 129 genera and 208 species of seaweeds, including 13 genera and 23 species of Chlorophyceae, 30 genera and 40 species of Phaeophyceae, 69 genera and 114 species of Rhodophyceae, and 17 genera and 31 species of Cyanophyceae. One genus and one species of Sea Grasses is added at the end of the list. Under each species name are given the names of the collecting places (Oshoro and vicinity, or else, only those within Shiribeshi Province), and next come in parentheses the authors' names, years, and pages. Habitat is noted only in case of epiphytic, epizoic, and parasitic species. The accompanying maps show the places of the localities concerned.

Map. 1. Oshoro Bay and adjacent coast-line



Map 2. Coast-line of Shiribeshi Province which lies between Motta-Misaki (point) and Otarunai River



Map 3. Coast-line of Otaru City which lies between Fugoppe (point) and Otarunai River

CHLOROPHYCEAE 緑 藻 綱

Ulotrichales ヒビミドロ目

Ulotrichaceae ヒビミドロ科

1. **Ulothrix flacca** THURET ヒビミドロ
   Oshoro (Inagaki 1933, p. 3-4, as "Ushikenori-Hibimidoro association").

Cladophoraceae シオグサ科

2. **Urospora penicilliformis** ARESCHOUG シリオミドロ
   Oshoro (!), Otaru (Yendo 1915, p. 101 ; Okamura 1936, p. 71).
3. **Cladophora glaucescens** (GRIFFITHS) HARVEY ハイイロシオグサ
   Oshoro (Okamura 1936, p. 55).
4. **Chaetomorpha moniligera** KJELLMAN タマジュズモ
   Oshoro (!), Otaru (Okamura 1936, p. 66).
5. **Chaetomorpha crassa** (AGARDH) KUETZING ホソジュズモ
   Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84, as a host of an epiphytic blue-green alga).
6. **Chaetomorpha aerea** (DILLWYN) KUETZING タルガタジュズモ
   Oshoro (Okamura 1936, p. 66).
7. **Spongomorpha arcta** KUETZING マリモツレ
   Otaru (Yendo 1915, p. 102; Okamura 1936, p. 73).
8. **Spongomorpha saxatilis** (RUPRECHT) COLLINS イワモツレグサ
   Oshoro (Yendo 1916, p. 245; Okamura 1936, p. 73).

Ulvaceae アオサ科

9. **Ulva pertusa** KJELLMAN アナアオサ, アオサ
   Oshoro (!). Very common along both coasts of Japan (Okamura 1920, p. 79, 81; 1936, p. 8).
10. **Enteromorpha intestinalis** (LINNAEUS) LINK ボウアオノリ
    Oshoro (!).
11. **Enteromorpha Linza** (L.) J. AGARDH ウスバアオノリ
    Oshoro (!). Widely distributed (Okamura 1915, p. 163, 167; 1936, p. 15).
12. **Enteromorpha prolifera** (MUELLER) J. AGARDH スジアオノリ
    Oshoro (!).
13. **Blidingia minima** (NAEGELI) KYLIN コツブアオノリ
    Syn. *Enteromorpha minima* NAEGELI; *E. nana* (SOMMERFELT) SJÖSTEDT var. *minima* (NAEG.) SJÖST.; *E. micrococca* KUETZING.
    Oshoro (!).

Monostromaceae ヒトエグサ科

14. **Monostroma angicava** KJELLMAN エゾヒトエグサ
    Oshoro (Yamada 1932, p. 109; Okamura 1936, p. 23).

15. Monostroma pulchrum FARLOW ヒダヒトエ

Oshoro (Tokida 1954, p. 60, as *Monostroma undulatum* WITTROCK var. *Farlowii* FOSLIE*). Otaru (Yendo 1917, p. 186; Okamura 1936, p. 25).

16. Monostroma fuscum WITTROCK クロヒトエグサ

Otaru (Yendo 1917, p. 187; Okamura 1936, p. 27).

17. Monostroma Grevillei (THUR.) WIT. var. **Vahlii** (J. AG.) ROSENV. ウスヒトエグサの1品種

Otaru (Yendo 1917, p. 188, as *Monostroma Vahlii* J. AG.; Okamura 1936, p. 23).

18. Monostroma zostericola TILDEN モツキヒトエ

Oshoro (!). Epiphytic on the leaves of *Phyllospadix iwatensis*.

Chlorococcales タマミドリ目 (新称)

Chlorochytriaceae ツボミドリ科 (新称)

19. Gomontia polyrhiza (LAGERHEIM) BORNET et FLAHAULT カイミドリ (新称)

Otaru (Yendo 1914, p. 266). In shells.

Siphonales ミル目

Chaetosiphonaceae トゲミドリ科 (新称)

20. Blastophysa rhizopus REINKE アワミドリ

Oshoro (Tokida & Masaki 1948, p. 14). Endophytic on various red algae.

Bryopsidaceae ハネモ科

21. Bryopsis hypnoides LAMOUROUX オバナハネモ

Oshoro (Yendo 1915, p. 103; Okamura 1936, p. 90).

Codiaceae ミル科

22. Codium fragile (SURINGAR) HARIOT ミル

Oshoro (!). Common along both coasts of Japan (Okamura 1914, p. 117, 118, as *Codium mucronatum* J. AG. var. *Californicum* J AG.; 1936, p. 123).

23. Codium dichotomum (HUDSON) SETCHELL イモセミル

Oshoro (Okamura 1936, p. 122, as *Codium tomentosum* (HUDSON) STACKHOUSE).

PHAEOPHYCEAE 褐藻綱

Ectocarpales シオミドロ目

Ectocarpaceae シオミドロ科

---

* Tokida's identification was done at that time on the basis of the fact that the Japanese plant seemed to agree more closely with the description of that species than with that of *M. pulchrum*, both given by Taylor (1937, p. 71 and p. 73). However, comparing the description recently given by Taylor (1957, p. 72) to the latter species with that given to *M. oxyspermum* (KÜTZ.) DOTY which includes *M. undulatum* var. *Farlowii*, the writers here follow the traditional identification.

24. **Ectocarpus siliculosus** DILLWYN f. **varians** KUCKUCK シオミドロの1品種
Oshoro (!). Otaru (Yendo 1917, p. 201; Okamura 1936, p. 138).

25. **Sorocarpus uvaeformis** (LYNGBYE) PRINGSHEIM イソブドウ
Oshoro (Okamura 1936, p.141). Epiphytic on *Polysiphonia Morrowii*.

Lithodermataceae イワヘダ科 (新称)

26. **Ralfsia fungiformis** (GUNNERUS) SETCHELL et GARDNER イソガワラ
Oshoro (Yendo 1909, p. 123, as *Ralfsia deusta* J. AG.; Okamura 1936, p. 143).

Sphacelariales クロガシラ目

Sphacelariaceae クロガシラ科

27. **Sphacelaria subfusca** SETCHELL et GARDNER ミツマタクロガシラ
Oshoro (!).

28. **Sphacelaria variabilis** SAUVAGEAU マタザキクロガシラ
Oshoro (!).

Chordariales ナガマツモ目

Elachistaceae ナミマクラ科

29. **Halothrix ambigua** YAMADA ソメワケグサ
Oshoro (Okamura 1936, p. 148). Epiphytic on *Phyllospadix iwatensis*.

30. **Gonodia Sargassi** (YENDO) SETCH. et GARDN. ゴノケノリ
Otaru (Yendo 1920, p. 3, as *Myriactis Sargassi* YENDO).

31. **Elachista taeniaeformis** YAMADA ヒルナミマクラ
Oshoro (!). Epiphytic on *Sargassum Horneri*.

Leathesiaceae ネバリモ科

32. **Leathesia difformis** (L.) ARESCH. f. **difformis** INAGAKI ネバリモの1品種
Oshoro (Inagaki 1958, p. 103). Epiphytic on *Rhodomela Larix*.

33. **Leathesia yezoensis** INAGAKI コツブネバリモ
Oshoro (Yendo 1916, p. 250, as *Leathesia umbellata* MENEGHINI). Hariusu (Inagaki 1958, p. 119). Epiphytic on *Sargassum Kjellmanianum*.

Chordariaceae ナガマツモ科

34. **Heterochordaria abietina** (RUPR.) SETCH. et GARDN. f. **abietina** INAGAKI マツモの1品種
Oshoro (Inagaki 1958, p. 168).

35. **Chordaria flagelliformis** AGARDH ナガマツモ
Nearly all along the coasts of Hokkaido, though rather rare in the southern regions (Yamada & Kinoshita, 1950, p. 3).

36. **Sphaerotrichia divaricata** (AGARDH) KYLIN f. **divaricata** INAGAKI イシモヅク, クサモヅク

Syn. *Sphaerotrichia japonica* KYLIN

Oshoro (Inagaki 1954, p. 11, as f. *typica* INAGAKI; 1958, p. 148).

36a. Sphaerotrichia divaricata f. **epiphytica** INAGAKI ヤセモヅク

Tomari, Shiwoya (Inagaki 1954, p. 12; 1958, p. 149). Epiphytic on *Sargassum confusum*, *Rhodomela Larix*, and *Phyllospadix iwatensis*.

37. Papenfussiella kuromo (YENDO) INAGAKI f. **kuromo** INAGAKI クロモ

Syn. *Myriocladia kuromo* Yendo

Oshoro, Hariusu (Inagaki 1958, p. 129).

Acrothricaceae ニセモヅク科

38. Acrothrix pacifica OKAMURA et YAMADA f. **pacifica** INAGAKI ニセモヅクの1品種

Oshoro (Inagaki 1954, p. 6; 1958, p. 179). Epiphytic on *Chorda Filum*.

Desmarestiales ウルシグサ目

Desmarestiaceae ウルシグサ科

39. Desmarestia viridis (MUELLER) LAMOUROUX ケウルシグサ

Oshoro (!).

40. Desmarestia ligulata (LIGHTFOOT) LAMOUROUX ウルシグサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5).

Dictyosiphonales ウイキョウモ目

Punctariaceae ハバモドキ科

41. Punctaria latifolia GREVILLE ハバモドキ

Pon-oshoro (!).

Scytosiphonaceae カヤモノリ科

42. Scytosiphon lomentaria (LYNGBYE) J. AGARDH カヤモノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5). Common along both coasts of Japan (Okamura 1908, p. 144, 146; 1936, p. 228).

43. Colpomenia sinuosa (ROTH) DERBES et SOLIER フクロノリ

Oshoro (!). Widely distributed (Okamura 1907, p. 86, 88; 1936, p. 230). On rocks, stones, and branches of *Sargassum*.

44. Colpomenia bullosa (SAUNDERS) YAMADA ワタモ

Oshoro (Okamura 1936, p. 231, as *Colpomenia sinuosa* f. *deformans* SETCH. et GARDN.).

45. Ilea fascia (MUELLER) FRIES セイヨウハバノリ

Oshoro (!). Otaru (Yendo 1909, p. 122, as *Phyllitis Fascia* (MUELLER) KUETZING; Okamura 1936, p. 234).

Coilodesmaceae エゾブクロ科

46. Coilodesme japonica YAMADA エゾブクロ

Widely distributed in Hokkaido, epiphytic on Fucales, especially on *Cystoseira hakodatensis* (Yamada & Kinoshita 1949, p, 3).

Dictyosiphonaceae ウイキョウモ科

47. Dictyosiphon foeniculaceus (HUDSON) GREVILLE ウイキョウモ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 4). Epiphytic on *Sargassum confusum*.

Laminariales コンブ目

Chordaceae ツルモ科

48. Chorda Filum (L.) LAMOUROUX ツルモ

Oshoro (Inagaki 1958, p. 179).

Laminariaceae コンブ科

49. Laminaria religiosa MIYABE ホソメコンブ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5; Okamura 1936, p, 286). Shiribeshi (Miyabe 1902, p. 32).

50. Laminaria cichorioides MIYABE チヂミコンブ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5; Okamura 1936, p. 286). Shiribeshi (Miyabe 1902, p. 34). Western coast of Hokkaido (Okamura 1925, p. 86, 94).

51. Costaria costata (TURNER) SAUNDERS スジメ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5; Okamura 1936, p. 259). Whole coasts of Hokkaido (Miyabe 1902, p. 50, as *Costaria Turneri* GREV.; Okamura 1925, p. 99, 108).

52. Undaria pinnatifida (HARVEY) SURINGAR f. **distans** MIYABE et OKAMURA ナンブワカメ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5). Otaru (Okamura 1936, p. 300). Western coast of Hokkaido (Miyabe 1902, p. 57, as *Undaria distans* MIYABE et OKAMURA; Okamura 1926, p. 118, 127).

53. Agarum cribrosum BORY アナメ

Nearly all along the coasts of Hokkaido (Yamada & Kinoshita 1949, p.4).

Dictyotales アミジグサ目

Dictyotaceae アミジグサ科

54. Dictyota dichotoma (HUDSON) LAMOUROUX アミジグサ

Oshoro (!). Japan Sea coast as far north as Rishiri (Okamura 1936, p. 160).

55. Dictyopteris divaricata (OKAMURA) OKAMURA エゾヤハズ

Oshoro (Tokida & *al.* 1953, p. 149). Japan Sea coast of Hokkaido (Nagai 1940, p. 42).

Fucales ヒバマタ目

Sargassaceae ホンダワラ科

56. Sargassum Thunbergii (MERTENS) O. KUNTZE f. **typicum** YENDO
ウミトラノオ

Oshoro (!). Raiden, Bikuni, Shikuzushi, Temiya (Yendo 1907, p. 115). Japan Sea coast (Okamura 1936, p. 338).

56*a*. Sargassum Thunbergii f. **nipponicum** YENDO ウミトラノオの1品種

Japan Sea coast (Yendo 1907, p. 115; Okamura 1936, p. 338).

56*b*. Sargassum Thunbergii f. **Swartzii** OKAMURA オオトラノオ

Takashima (Yendo 1907, p. 119, as *Sargassum Swartzianum* YENDO). Shiribeshi (Okamura 1936, p. 338).

57. Sargassum confusum AGARDH フシスジモク

Oshoro (!). Bikuni, Takashima, Shikuzushi, Temiya, Otaru (Yendo 1907, p. 106). Shiwoya (Inagaki 1958, p. 149, as a host of *Sphaerotrichia*).

57*a*. Sargassum confusum f. **validum** YENDO フシスジモクの一品種

Ishikari Province (Yendo 1907, p. 108).

58. Sargassum Horneri AGARDH アカモク

Oshoro (!). Otaru (Yendo 1907, p. 74). Widely distributed (Okamura 1923, p. 3, 15; 1936, p. 328).

59. Sargassum Kjellmanianum YENDO ハハキモク

Oshoro (Yendo 1916, p. 250, as a host of *Leathesia umbellata*). Yoichi, Takashima (Yendo 1907, p. 102). Common along both coasts (Okamura 1924, p. 45, 58; 1936, p. 339).

60. Sargassum Miyabei YENDO ミヤベモク

Oshoro (!). Zenibako (Yendo 1907, p. 112). Shiribeshi (Okamura 1936, p. 340).

61. Sargassum sagamianum YENDO var. **yezoense** YAMADA エゾノネジモク

Oshoro (!). Shiribeshi & Ishikari (Kinoshita & *al.* 1947, p. 8; Yamada & *al.* 1950, p. 8).

62. Cystoseira hakodatensis (YENDO) FENSHOLT ウガノモク

Oshoro (!), Yoichi, Shikuzushi, Takashima, Zenibako (Yendo 1907, p. 32, as *Cystophyllum hakodatense* YENDO). Along both coasts of Hokkaido (Okamura, 1924, p. 43, 57; 1936, p. 308, *ditto*).

63. Coccophora Langsdorfii (TURNER) GREVILLE スギモク

Shiribeshi & Ishikari (Kinoshita & *al.* 1947, p. 8).

RHODOPHYCEAE 紅藻綱

Bangioideae ウシケノリ亜綱

Porphyridiales チノリモ目

Porphyridiaceae チノリモ科

64. Goniotrichum Alsidii (ZANARDINI) HOWE ベニミドロ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 12; Yendo 1915, p. 105, as *Goniotrichum elegans* LE JOLIS).

Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 6). Widely distributed (Okamura 1936, p. 369). Epiphytic on *Cladophora*, *Sphacelaria*, *Zostera*, etc.

Bangiales ウシケノリ目

Bangiaceae ウシケノリ科

65. Erythrotrichia carnea (DILLW.) J. AGARDH ホシノイト

Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 15).

66. Erythrotrichia incrassata TANAKA イソリボン

Suttsu (Tanaka 1944, p. 89, 1952, p. 19). Epiphytic on *Grateloupia filicina*.

67. Erythrotrichia japonica TOKIDA ホシノオビ

Suttsu (Tanaka 1952, p. 20).

68. Erythrotrichia reflexa (CROUAN) THURET ユミガタホシノオビ

Oshoro (Tanaka 1944, p. 87). Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 17). Epiphytic on *Sphacelaria*, *Rhodomela Larix*, etc.

69. Erythrocladia subintegra ROSENVINGE イソヘナビ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 9; 1935, p. 41; Okamura 1936, p. 371). Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 75). Epiphytic on *Cladophora*, *Polysiphonia Morrowii*, *Chondria crassicaulis*, etc.

70. Colaconema simplex INAGAKI ベニマユダマ

Shiwoya (Inagaki 1935, p. 44; Okamura 1936, p. 372), Suttsu, Shiwoya, Otaru (Tanaka 1952, p. 80). Epiphytic on *Bonnemaisonia hamifera*.

71. Porphyropsis coccinea (J. AG.) ROSENVINGE ヒナノリ

Oshoro* (Inagaki 1933, p. 13; 1935, p. 42; Okamura 1936, p. 373). Suttsu, Shiwoya, Otaru (Tanaka 1952, p. 79). Epiphytic on *Sargassum*, *Gelidium*, etc.

72. Bangia fusco-purpurea (DILLWYN) LYNGBYE ウシケノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 11). Common along both coasts of Japan (Okamura 1921, p. 87, 89; 1936, p. 377; Tanaka 1952, p. 24).

73. Bangia gloiopeltidicola TANAKA フノリウシゲ

Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 24).

74. Porphyra pseudolinearis UEDA ウップルイノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 15). Otaru (Yendo 1915, p. 106, as *Porphyra linearis* GREVILLE). On both coasts of Hokkaido (Ueda 1932, p. 29; Okamura 1936, p. 387).

75. Porphyra yezoensis UEDA スサビノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 15). Utasutsu, Takashima, Otaru (Ueda 1932, p. 23). Otaru

* "Oshoro" is used here as a collective name (*cf.* Map 3) including "Tsukotan" which was given by Inagaki as the locality of this species. Other locality names such as "Nekodomari," "Ryûnosaki," etc. which were mentioned by Inagaki elsewhere are also included in "Oshoro" in this paper. The same is the case with "Shiwoya" (*cf.* Map 3). The only exception is "Pon-oshoro," a small arm of the sea, which was exclusively surveyed by Umezaki (1956).

(Okamura 1936, p. 385). Western coast of Hokkaido (Tanaka 1952, p. 39). Epiphytic on *Gelidium*, *Chondrus armatus*, or on stones.

75*a*. Porphyra yezoensis f. Kinositai YAMADA et TANAKA　ウタスツノリ

Utasutsu (Tanaka 1952, p. 41).

76. Porphyra Onoi UEDA　オオノノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 16). Otaru (Yendo 1909, p. 126, as *Porphyra miniata* (AG.) AG. f. *amplissima* (KJELLM.) ROSENV.). On both coasts of Hokkaido (Ueda 1932, p. 34; Okamura 1936, p. 389). Epiphytic on *Rhodoglossum pulchrum*.

77. Porphyra Okamurai UEDA　クロノリ

Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 28).

78. Porphyra crassa UEDA　アツバアマノリ

Suttsu (Tanaka 1952, p. 55).

79. Porphyra variegata (KJELLM.) HUS　フイリタサ

Oshoro, Suttsu (Tanaka 1952, p. 68).

FLORIDEAE　真正紅藻亜綱

Nemalionales　ウミゾウメン目

Chantransiaceae　シャントランシア科

80. Rhodochorton subimmersum SETCHELL et GARDNER

Oshoro (!). Suttsu (Tanaka 1944, p. 89, as *Rhodochorton* sp.). Epiphytic on *Grateloupia divaricata*, *G. filicina*)

Helminthocladiaceae　ベニモヅク科

81. Nemalion vermiculare SURINGAR　ウミゾウメン

Oshoro (Inagaki 1933, p. 16, as *Nemalion helminthoides* (VELLEY) BATTERS). Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 86). Otaru (Okamura 1916, p. 28, 29; 1936, p. 413).

Gelidiales　テングサ目

Gelidiaceae　テングサ科

82. Gelidium Amansii LAMOUROUX　テングサ, マクサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 20, as *Gelidium Amansii* KUETZING). Western coast of Hokkaido (Okamura 1913, p. 25, 27; 1934, p. 52; 1935, p. 45, 49; 1936, p. 458).

82*a*. Gelidium Amansii f. typicum OKAMURA　テングサ, マクサ

Western coast of Hokkaido (Okamura 1934, p. 55; 1935, p. 46, 51; 1936, p. 460).

82*b*. Gelidium Amansii f. elegans OKAMURA　テングサ, マクサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 20, as *Gelidium elegans* KUETZING). Western coast of Hokkaido (Okamura 1934, p. 56; 1935, p. 46, 51; 1936, p. 461).

83. Gelidium subfastigiatum OKAMURA　ナンブクサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 20). Western coast of Hokkaido (Okamura 1934, p. 57; 1935, p. (51), 57; 1936, p. 462).

84. **Gelidium vagum** OKAMURA ヨレクサ, ヨレブト
Oshoro, Zenibako (Inagaki 1933, p. 21). Takashima (Okamura 1934, p. 58; 1935, p. (50), 56). Western coast of Hokkaido (Okamura 1936, p. 463).

85. **Pterocladia tenuis** OKAMURA オ バ ク サ
Oshoro (Inagaki 1933, p. 21, as *Pterocladia capillacea* (GMELIN) BORNET et THURET). Western coast of Hokkaido (Okamura 1934, p. 62; 1935, p. (55), 61; 1936, p. 467).

Cryptonemiales カクレイト目

Dumontiaceae リュウモンソウ科

86. **Dumontia incrassata** (Flora Danica) LAMOUROUX リュウモンソウ
Hariusu (Inagaki 1933, p. 26, as *Dumontia filiformis* (Flora Danica) GREVILLE; Okamura 1936, p. 475, *ditto*).

87. **Dumontia simplex** COTTON ヘラリュウモン
Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 27). Otaru (Okamura 1928, p. 182, 193; 1936, p. 476).

88. **Hyalosiphonia caespitosa** OKAMURA イソウメモドキ
Oshoro (Inagaki 1933, p. 27; Okamura 1936, p. 478).

89. **Neodilsea Yendoana** TOKIDA ア カ バ
Oshoro (Inagaki 1933, p. 28, as *Dilsea edulis* STACKHOUSE; Tokida 1943, p. 93). Otaru (Yendo 1909, p. 133, as *Dilsea edulis* STACK.; Okamura 1921, p. 115, 124; 1936, p. 483, *ditto*).

Squamariaceae イワノカワ科

90. **Rhododermis Georgii** (BATTERS) COLLINS var. **fucicola** TOKIDA モツキフチトリベニ (新称)
Oshoro (Tokida 1934, p. 196; Okamura 1936, p. 495). Epiphytic on *Rhodoglossum pulchrum* and other several red algae.

91. **Rhododermis elegans** CROUAN ウスフチトリベニ (新称)
Oshoro (Yendo 1915, p. 116; Okamura 1936, p. 495). Epiphytic on *Rhodymenia palmata*.

92. **Peyssonelia sp.** イワノカワ属1種
Oshoro (Inagaki 1933, p. 47).

93. **Hildenbrandtia yessoensis** YENDO (?) エゾベニマダラ (新称)
Oshoro (Inagaki 1933, p. 3, 4, 7, as *Hildenbrandtia* sp.). Hokkaido (Yendo 1920, p. 11; Okamura 1936, p. 496).

Corallinaceae サンゴモ科

94. **Lithothamnion fretense** FOSLIE カイフオコシ (新称)
Oshoro (Okamura 1936, p. 504).

95. Melobesia zostericola FOSLIE モ カ サ

Syn. *Heteroderma zostericola* FOSLIE

Oshoro (!). Epiphytic on *Phyllospadix iwatensis*.

96. Goniolithon mamillare FOSLIE イボイシモ (新称)

Otaru (Yendo 1916*a*, p. 126, as *Lithothamnion mamillare* ARESCHOUG; Okamura 1936, p. 508).

97. Lithophyllum Okamurai FOSLIE ヒ ラ イ ボ

Oshoro (!).

98. Lithophyllum Yendoi FOSLIE ウ ミ サ ビ

Otaru (Yendo 1916*a*, p. 130; Okamura 1936, p. 513).

99. Lithophyllum yessoense FOSLIE エゾウミサビ (新称)

Shiribeshi (Yendo 1916*a*, p. 130; Okamura 1936, p. 514).

100. Dermatolithon tumidulum FOSLIE ノ リ マ キ

Syn. *Lithophyllum tumidulum* FOSLIE

Oshoro (!). Epiphytic on *Gelidium*.

101. Dermatolithon Corallinae (CROUAN) FOSLIE ヒメゴロモ (新称)

Oshoro (!). Epiphytic on *Corallina pilurifera*.

102. Pachyarthron cretaceum (POST. et RUPR.) MANZA イ ソ キ リ

Oshoro (!). Widely distributed in Hokkaido (Yendo 1902, p. 7; 1916*a*, p. 135; Okamura 1936, p. 521. As *Amphiroa cretacea* ENDLICHER).

103. Corallina pilurifera POST. et RUPR. f. **sororia** RUPRECHT ピリヒバの1品種

Oshoro (!). Hariusu (Umezaki 1956, p. 89, as *Corallina pilurifera*). Shiribeshi (Yendo 1909, p. 30; 1916*a*, p. 138; Okamura 1936, p. 527).

Grateloupiaceae ムカデノリ科

104. Grateloupia filicina (WULFEN) AGARDH ム カ デ ノ リ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 25).

105. Grateloupia Okamurai YAMADA キョウノヒモ

Syn. *Grateloupia lancifolia* (HARVEY) OKAMURA

Oshoro (!).

106. Grateloupia divaricata OKAMURA カ タ ノ リ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 24).

107. Grateloupia turuturu YAMADA ツ ル ツ ル

Oshoro (!). Otaru (Yamada 1941, p. 205).

108. Grateloupia livida (HARVEY) YAMADA ヒラムカデ

Oshoro (!).

109. Pachymeniopsis Yendoi YAMADA ア カ ハ ダ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 26, as *Pachymenia carnosa* J. AG.).

110. Carpopeltis affinis (HARVEY) OKAMURA マツノリ

Oshoro (Okamura 1934, p. (27), 30; 1936, p. 553). Takashima (Inagaki 1933, p. 23, as *Grateloupia affinis* (HARV.) OKAM.). Otaru (Yendo 1918, p. 67, as *Chondrus affinis* HARVEY).

111. Carpopeltis flabellata (HOLMES) OKAMURA コメノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 24, as *Grateloupia flabellata* HOLM.)

Gloiosiphoniaceae イトフノリ科

112. Gloiosiphonia capillaris (HUDSON) CARMICHAEL イトフノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 22; Okamura 1936, p. 558).

Endocladiaceae フノリ科

113. Gloiopeltis furcata POST. et RUPR. f. **coliformis** OKAMURA フクロフノリの1品種

Oshoro (Inagaki 1933, p. 22; Okamura 1936, p. 562; Miyabe & Tokida 1948, p. 116, as the host of *Guignardia Gloiopeltidis*).

Tichocarpaceae カレキグサ科

114. Tichocarpus crinitus (GMELIN) RUPRECHT カレキグサ

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 35). Otaru (Okamura 1914, p. 79, 82; 1936, p. 565).

Callymeniaceae ツカサノリ科

115. Callymenia reniformis J. AGARDH var. **cuneata** J. AG. エゾツカサノリ

Otaru (Yendo 1916, p. 257; Okamura 1936, p. 579).

Gigartinales スギノリ目

Nemastomaceae ヒカゲノイト科

116. Schizymenia Dubyi (CHAUVIN) J. AGARDH ベニスナゴ

Oshoro, Takashima (Inagaki 1933, p. 38).

Sphaerococcaceae タマミ科

117. Caulacanthus Okamurai YAMADA イソダンツウ

Syn. *Endocladia complanata* (non HARVEY) OKAMURA

Oshoro (Inagaki 1933, p. 19; Okamura 1936, p. 620).

Gracilariaceae オゴノリ科

118. Gracilaria verrucosa (HUDSON) PAPENFUSS オゴノリ, オゴ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 35, as *Gracilaria confervoides* (L.) GREV.; Okamura 1936, p. 628, *ditto*). Widely distributed in Japan (Okamura 1916, p. 1, 2, *ditto*; 1936, p. 628, *ditto*).

119. Gracilaria Textorii SURINGAR カバノリ

Oshoro, Pon-oshoro (Inagaki 1933, p. 37; Okamura 1936, p. 632).

Phyllophoraceae オキツノリ科

120. Gymnogongrus flabelliformis HARVEY オキツノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 34; Okamura 1936, p. 643).

121. Ahnfeltia plicata (HUDSON) FRIES ネツキイタニグサ

Yoichi (Kinoshita 1941, p. 272).

Gigartinaceae スギノリ科

122. Gigartina tenella HARVEY スギノリ

Oshoro, Shikuzushi (Inagaki 1933, p. 7, 32; Okamura 1936, p. 650).

123. Gigartina intermedia SURINGAR カイノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 33; Okamura 1936, p. 651).

124. Gigartina pacifica KJELLMAN イボノリ

Oshoro, Pon-oshoro (Inagaki 1933, p. 33, as *Gigartina unalaskensis* Rupr.). Otaru (Okamura 1908, p. 165, 166; 1936, p. 652, as *G. unalaskensis;* Yendo 1916, p. 54, *ditto*).

125. Gigartina ochotensis RUPRECHT ホソイボノリ

Oshoro, Otaru, Zenibako (Inagaki 1933, p. 34). Oshoro (Okamura 1936, p. 651). Otaru (Yendo 1916, p. 57).

126. Chondrus ocellatus HOLMES f. **crispus** OKAMURA ヤハズツノマタ, トチャカ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 28).

127. Chondrus pinnulatus (HARVEY) OKAMURA ヒラコトジ, ヒラサイミ

Oshoro (Yendo 1913, p. 618, as *Gymnogongrus pinnulatus* HARVEY; Okamura 1936, p. 657). Zenibako (Okamura 1930, p. 19; 1936, p. 657).

128. Chondrus armatus (HARVEY) OKAMURA トゲツノマタ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 29). Iwanai, Takashima (Okamura 1930, p. 21; 1936, p. 657).

129. Chondrus Yendoi YAMADA et MIKAMI エゾツノマタ

(通称) クロバ (又はアツバ) ギンナンソウ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 30, as *Iridaea laminarioides* BORY; Tokida 1938, p. 2, as *Iridophycus cornucopiae* (POST. et RUPR.) SETCH. et GARDN.). Oshoro, Zenibako (Mikami 1958, p. 82). Otaru (Yendo 1917, p. 80, as *Iridaea laminarioides* var. *laminarioides* J. AG.; Okamura 1936, p. 659, *ditto*). Northern coasts of Japan (Okamura 1936, p. 658, as *Iridaea laminarioides* var. *cornucopiae* J. AG.).

130. Rhodoglossum pulchrum (KUETZING) SETCH. et GARDN.

アカバ (又はウスバ) ギンナンソウ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 31, as *Iridaea pulchra* KUETZING; Okamura 1936, p. 660, *ditto;* Tokida 1938, p. 2).

Bonnemaisoniales (J. Feldmann, 1952, p. 29). カギケノリ目 (新称)

Bonnemaisoniaceae (Papenfuss, 1955, p. 185-7, placed this family in Nemalionales as in customary systems) カギケノリ科

131. Bonnemaisonia hamifera HARIOT カギノリ

Shiwoya (Inagaki 1933, p. 18, as *Asparagopsis hamifera* (HARIOT) OKAMURA). Shikuzushi (Okamura 1936, p. 430, *ditto*). Entangled on the frond of *Sargassum*.

132. Trailliella intricata BATTERS (Tetrasporophyte of *Bonnemaisonia hamifera*) タマノイト（カギノリの四分胞子体）

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1935, p. 42; Okamura 1935, p. 70; 1936, p. 697). Epiphytic on *Gelidium Amansii*, *Ptilota pectinata*, *Heterosiphonia pulchra*, *Symphiocladia latiuscula*, etc.

Rhodymeniales ダルス目

Rhodymeniaceae ダルス科

133. Chrysymenia Wrightii (HARV.) YAMADA オオタオヤギソウ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 43; Okamura 1936, p. 667). Otaru (Yendo 1917, p. 85, as *Chrysymenia Enteromorpha* HARVEY).

134. Rhodymenia palmata (L.) GREV. f. **typica** KJELLMAN ダルスの1品種

Oshoro (Inagaki 1933, p. 46; Okamura 1936, p. 674; 1937, p. (67), 76).

134*a*. Rhodymenia palmata f. **sarniensis** (MERTENS) J. AG. ダルスの1品種

Oshoro (Inagaki 1933, p. 47, as var. *sarniensis;* Okamura 1937, p. (68), 77),

135. Rhodymenia pertusa (POST. et RUPR.) J. AG. アナダルス

Oshoro (Inagaki 1933, p. 46; Okamura 1936, p. 673).

136. Rhodymenia intricata (OKAMURA) OKAMURA マサゴシバリ

Syn. *Phyllophora intricata* OKAMURA

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 48). Oshoro (Okamura 1936, p. 677).

Champiaceae ワツナギソウ科

137. Lomentaria catenata HARVEY フシツナギ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 40; Okamura 1936, p. 683).

138. Lomentaria hakodatensis YENDO コスジフシツナギ

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 41), Otaru (Yendo 1920, p. 6; Okamura 1936, p. 684).

139. Champia parvula (AGARDH) J. AGARDH ワツナギソウ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 39; Okamura 1936, p. 686). On rocky reefs or epiphytic on *Sargassum*, *Rhodomela Larix*, etc.

140. Binghamiella californica (FARLOW) SETCH. et GARDN. カエルデグサ

Shiwoya (Inagaki 1933, p. 43, as *Binghamia californica* FARLOW). Shiwoya, Otaru (Okamura 1936, p. 689, *ditto*).

Ceramiales イギス目

Ceramiaceae イギス科

141. Antithamnion sparsum TOKIDA キヌイトヨツガサネ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 8).

142. Antithamnion nipponicum YAMADA et INAGAKI フダツガサネ

Oshoro (Yendo 1916, p. 262, as *Acrothamnion pulchellum* (HARV.) J. AG.; Yamada & Inagaki 1935, p. 38; Okamura 1935, p. (62), 69; 1936, p. 706). Rarely on rocky reefs, usually on *Mytilus*, *Sargassum*, *Gelidium*, etc.

143. Antithamnion corticatum TOKIDA ベニハネモ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 8). Zenibako (!).

144. Platythamnion yezoense INAGAKI ヨツバグサ

Oshoro, Zenibako (Inagaki 1935, p. 47). Oshoro (Okamura 1936, p. 709).

145. Griffithsia japonica OKAMURA カザシグサ

Suttsu (!). Epizoic on the sheath of *Cerianthus* in a tide-pool.

146. Ptilota pectinata (GUNNERUS) KJELLMAN クシベニヒバ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 7). Otaru (Okamura 1909, p. 235, 237; 1936, p. 728).

146*a*. Ptilota pectinata f. **litoralis** KJELLMAN コバノクシベニヒバ

Otaru (Okamura 1909, p. 236, 238; 1936, p. 728).

147. Ceramium paniculatum OKAMURA ハリイギス

Oshoro (Okamura 1936, p. 737). Epiphytic on *Laurencia glandulifera*, *Chondria crassicaulis*, etc.

148. Ceramium Kondoi YENDO (emend. NAKAMURA) コンドゥイギス, イギス

Oshoro (!). Otaru (Yendo 1920, p. 9; Okamura 1936, p. 738).

149. Ceramium Boydenii GEPP アミクサ, イギス

Oshoro (!). Otaru (Okamura 1909, p. 248, 249; 1936, p. 739). Entangled on *Sargassum*.

150. Ceramium japonicum OKAMURA ハネイギス

Oshoro (!). Otaru (Okamura 1914, p. 91, 92; 1936, p. 742). Epiphytic on other algae.

151. Campylaephora hypnaeoides J. AGARDH エゴノリ, エゴ

Syn. *Ceramium Hypnaeoides* (J. AG.) OKAMURA

Oshoro (Inagaki 1933, p. 4, 5, as "Ego"; Nakamura 1950, p. 171, establishing two forms, f. *typica* NAKAMURA and f. *hamata* (COTTON) NAKAMURA). Epiphytic on *Laminaria religiosa*, *Sargassum*.

152. Microcladia elegans OKAMURA サエダ

Shiwoya (Okamura 1936, p. 744). Epiphytic on other algae.

153. Microcladia dentata OKAMURA コスジサエダ

Shiwoya (Okamura 1936, p. 745). Epiphytic on other algae (?).

Delesseriaceae コノハノリ科

154. Branchioglossum nanum INAGAKI ヒメムラサキ

Oshoro (Inagaki 1935, p. 45; Okamura 1936, p. 760). On rocks and stones, or epiphytic on *Polysiphonia Morrowii*, or epizoic on Compound Ascidian.

155. Delesseria violacea (HARVEY) KYLIN ヌメハノリ

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 50, as *Apoglossum violaceum* (HARV.) J. AG.). Iwanai,

Shiwoya (Okamura 1908, p. 147, 150, *ditto*; 1936, p. 769).

156. Erythroglossum repens OKAMURA ウスベニ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 48).

157. Phycodrys radicosa (OKAMURA) YAMADA et INAGAKI ヒメコノハノリ

Syn. *Delesseria radicosa* OKAMURA

Oshoro (Inagaki 1933, p. 51).

158. Hypophyllum Middendorffii (RUPR.) KYLIN ナガコノハノリ

Syn. *Delesseria Middendorffii* RUPRECHT.

Oshoro (Okamura 1936, p. 778). Shiwoya, Hariusu, Zenibako (Inagaki 1933, p. 53).

159. Acrosorium Yendoi YAMADA ハイウスバノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 54). Takashima (Yendo 1918, p. 69, as *Nitophyllum monanthos* J.AG.; Okamura 1936, p. 786).

Dasyaceae ダジア科

160. Heterosiphonia pulchra (OKAMURA) FALKENBERG シマダジア

Syn. *Dasya pulchra* OKAMURA

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 67). Otaru (Yendo 1914, p. 277, as *Heterosiphonia subsecunda* FALK. ?). Epiphytic on *Rhodomela Larix*.

161. Heterosiphonia japonica YENDO f. **nipponica** YENDO イソハギ

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 68). Shiribeshi (Yendo 1920, p. 9; Okamura 1936, p. 801). Epiphytic on *Sargassum Thunbergii*, etc.

162. Dasya sessilis YAMADA エナシダジア

Oshoro (Inagaki 1933, p. 70; Okamura 1936, p. 802). Otaru (Yendo 1918, p. 72, as *Dasya punicea* MENEGHINI).

163. Benzaitenia yenoshimensis YENDO ベンテンモ

Oshoro (Yendo 1913, p. 283; Okamura, 1936, p. 806). Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 72). Parasitic on *Chondria crassicaulis*, and *Laurencia*.

Rhodomelaceae フジマツモ科

164. Polysiphonia urceolata (LIGHTFOOT) GREVILLE シャゥジャゥケノリ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 62). Otaru (Okamura 1936, p. 824).

165. Polysiphonia senticulosa HARVEY ムツイトグサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 60; Okamura 1936, p. 825).

166. Polysiphonia Morrowii HARVEY モロイトグサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 59). Oshoro, Zenibako (Segi 1951, p. 244). Zenibako (Okamura 1914, p. 104; 1936, p. 826).

167. Polysiphonia Yendoi SEGI エンドゥイトグサ

Oshoro (Yendo 1918, p. 74, as *Polysiphonia fibrata* (DILLWYN) HARVEY; Okamura 1936, p. 828). Oshoro, Yoichi (Segi 1951, p. 211).

168. Polysiphonia japonica HARVEY キブリイトグサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 63; Okamura 1936, p. 830). Oshoro, Otaru, Zenibako (Segi 1951, p. 228). Epiphytic on *Pachimeniopsis Yendoi*, *Grateloupia*, *Chondria*, etc.

169. Polysiphonia Brodiaei (DILLWYN) GREVILLE オオイトグサ

Oshoro (Segi 1951, p. 263).

170. Enelittosiphonia hakodatensis (YENDO) SEGI マキイトグサ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 58, as *Polysiphonia hakodatensis* YENDO). Otaru (Yendo 1920, p. 7; Okamura 1936, p. 835). Epiphytic on *Sargassum Thunbergii*, *Rhodomela Larix*, etc.

171. Chondria crassicaulis HARVEY ユ ナ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 58). Otaru (Okamura 1936, p. 844).

172. Laurencia glandulifera KUETZING オ オ ソ ゾ

Oshoro, Shiwoya (Inagaki 1933, p. 57). Widely distributed in Hokkaido (Okamura 1936, p. 858).

173. Laurencia nipponica YAMADA ウ ラ ソ ゾ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 56; Okamura 1936, p. 855). Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 86).

174. Laurencia obtusa LAMOUROUX マ ギ レ ソ ゾ

Oshoro, Pon-oshoro (Inagaki 1933, p. 57). Oshoro (Okamura 1936, p. 858).

175. Symphiocladia latiuscula (HARVEY) YAMADA イソムラサキ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 64, as *Symphiocladia gracilis* (MARTENS) FALKENBERG). Iwanai, Otaru (Okamura 1936, p. 868, *ditto*). Epiphytic on *Sargassum Thunbergii*, *S. confusum*, *Rhodomela Larix*, etc.

176. Rhodomela Larix (TURNER) AGARDH フ ジ マ ツ モ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 65). From Kuriles to northern Honshû (Okamura 1922, p. 154, 165; 1936, p. 898).

177. Rhodomela subfusca (non AGARDH) of Japanese authors イトフジマツ

Oshoro (Inagaki 1933, p. 66). Western coast of Hokkaido (Okamura 1922, p. 151, 162; 1936, p. 899).

CYANOPHYCEAE 藍 藻 綱

Chroococcales クロオコックス目

Chroococcaceae クロオコックス科

178. Aphanocapsa littoralis HANSGIRG

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84). Among colonies of *Lyngbya aestuarii*.

179. Merismopedia elegans A. BRAUN

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84). Among other blue-green algae in tide-pools.

Pleurocapsaceae プレウロカプサ科

180. Xenococcus Cladophorae (TILDEN) SETCHELL et GARDNER

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84). Epiphytic on *Chaetomorpha crassa*.

181. Xenococcus minimus GEITLER

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84). Epiphytic on *Rhodochorton* sp.

182. Xenococcus pyriformis SETCH. et GARDN.

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 84). Epiphytic on *Cladophora*.

Chamaesiphonales カメシホン目

Chamaesiphonaceae カメシホン科

183. Entophysalis conferta (KUETZING) DROUET et DAILY

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 85). Epiphytic on *Cladophora*.

Oscillatoriales ユレモ目

Rivulariaceae ヒゲモ科

184. Calothrix parasitica (CHAUVIN) THURET

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 86). Endophytic on *Nemalion*.

185. Calothrix confervicola (ROTH) AGARDH

Pon-Oshoro (Umezaki 1956, p. 86). Epiphytic on *Laurencia nipponica*.

186. Calothrix scopulorum (WEBER et MOHR) AGARDH

Hariusu (Umezaki 1956, p. 86).

187. Calothrix crustacea THURET

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 86).

188. Isactis plana (HARVEY) THURET var. **plana** BORNET et FLAHAULT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 86).

189. Rivularia altra ROTH var. **hemisphaerica** (KUETZ.) BORN. et FLAH.

Pon-oshoro, Hariusu (Umezaki 1956, p. 87).

190. Rivularia mamillata SETCH. et GARDN.

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 87).

191. Richelia intracellularis SCHMIDT

Oshoro (!). Takashima (Akatsuka 1914, p. 35, 37). Endophytic in plankton diatoms, *Rhizosolenia styliformis* and *Rh. hebetata*.

Stigonemataceae スティゴネマ科

192. Kyrtuthrix maculans (GOMONT) UMEZAKI

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 87, as *Brachytrichia maculans* GOMONT).

Oscillatoriaceae ユレモ科

193. Spirulina subsalsa OERSTEDT

Pon-oshoro. Hariusu (Umezaki 1956, p. 87). Hariusu (Umezaki 1950, p. 226). Among other blue-green algae in tide-pools and on rocks at high tide mark.

194. Spirulina labyrinthiformis GOMONT

Hariusu (Umezaki 1956, p. 88). Among other blue-green algae on rocks.

195. Oscillatoria laetevirens CROUAN

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88). Among *Cladophora* in tide-pools.

196. Oscillatoria limnetica LEMMERMANN ?

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88.). With other algae in tide-pools.

197. Oscillatoria Corallinae (KUETZ.) GOMONT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88). Among other blue-green algae in tide-pools.

198. Oscillatoria chalybea MERTENS var. **anguina** GOMONT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88). Among the filaments of *Sphacelaria* and other blue-green algae.

199. Phormidium epiphyticum GARDNER

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88). Epiphytic on *Lyngbya aestuarii*.

200. Trichodesmium Thiebautii GOMONT

Oshoro (!). In discoloured water in the bay.

201. Plectonema calothrichoides GOMONT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88).

202. Lyngbya epiphytica HIERONIMUS

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 88). Epiphytic on *Lyngbya aestuarii*.

203. Lyngbya infixa FRÉMY

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 89). Epiphytic on *Cladophora* and *Antithamnion nipponicum*.

204. Lyngbya semiplena (AGARDH) J. AGARDH

Oshoro (Umezaki 1952, p. 119, as *Lyngbya Martensiana* MENEGHINI*). Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 89).

205. Lyngbya aestuarii (MERTENS) LIEBMANN

Pon-oshoro, Hariusu (Umezaki 1956, p. 89). On rocks, or epiphytic on *Corallina pilurifera* and *Laurencia nipponica*.

206. Microcoleus tenerrimus GOMONT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 89).

207. Hydrocoleum lyngbyaceum KUETZING

Pon-oshoro, Hariusu (Umezaki 1956, p. 89). On rocks, or epiphytic on *Cladophora* and *Corallina pilurifera*.

208. Hydrocoleum cantharidosmum (MONTAGNE) GOMONT

Pon-oshoro (Umezaki 1956, p. 89). Among other blue-green algae.

SEA GRASSES 海産顕花植物

Zosteraceae アマモ科

209. Phyllospadix iwatensis MAKINO スガモ, ゴモ

---

* According to a letter of Umezaki sent to the senior writer.

Oshoro (Inagaki 1933, p. 5, as "Sugamo"). Shiribeshi (Miyabe & Kudo 1930, p. 86, as *Phyllospadix Scouleri* HOOKER).

Summary

The present list comprises 129 genera and 208 species of seaweeds hitherto collected and recorded from the vicinity of Oshoro Marine Biological Station of Hokkaido University which stands on the beach facing Oshoro Bay. It is situated at Oshoro, Province Shiribeshi, in Hokkaido. Of these genera and species, 13 genera and 23 species belong to Chlorophyceae, 30 genera and 40 species to Phaeophyceae, 69 genera and 114 species to Rhodophyceae, and 17 genera and 31 species to Cyanophyceae. The occurrence of one species of Sea Grasses in the region under consideration is also recorded at the end of this list.

Literature

Akatsuka, K. (1914). Plankton diatoms in the sea near Takashima. *Suisan Chôsa Hôbun*, No. 8. (In Japanese).

Feldmann, J. (1952). Les cycles de reproduction des Algues et leurs rapports avec la phylogénie. *Rev. Cytol. Biol. Végét.* **13** (1-2), 1-49.

Inagaki, K. (1933). Marine red Algae of Oshoro Bay and its adjacent waters. *Kaiso Kenkyusho Hokoku* No. 2, 1-77. (In Japanese).

——— (1935). Some marine Algae recently discovered in Japan and new to science. *Sci. Pap. Instit. Algolog. Res., Fac. Sci. Hokk. Imp. Univ.* **1** (1), 41-49.

(1954). Contributions to the knowledge of the Chordariales from Japan. I. *Ibid.* **4** (1), 1-14.

(1958). A systematic study of the order Chordariales from Japan and its vicinity. *Ibid.* **4** (2), 89-197.

Kinoshita, T. (1941). "Itanigusa" is found at Yoichi. *Hokusuishi Jumpô* **512**, 272. (In Japanese).

——— & *al.* (1947). A survey on seaweeds as potassium and bromine resources. *Suisan Chôsa Hôkoku* **45**, 1-32. (In Japanese).

Mikami, H. (1958). On the so-called *Iridophycus cornucopiae* in Hokkaido. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **6** (2), 80-83, (In Japanese).

Miyabe, K. (1902). Laminariaceae of Hokkaido. *Hokkaido Suisan Chôsa Hôkoku* **3**, 1-60. (In Japanese).

——— & Kudô, Y. (1930). Flora of Hokkaido and Saghalien, II. *Jour. Fac. Agr., Hokk. Univ.* **26** (2), 85-87.

——— & Tokida, J. (1948). Black-dots disease of *Gloiopeltis furcata* POST. et RUPR. caused by a new Ascomycetous fungus. *Bot. Mag., Tokyo* **61** (721-726), 116-118.

Nagai, M. (1940). Marine Algae of the Kurile Islands, I. *Jour. Fac. Agr., Hokk. Univ.* **46** (1), 1-137.

Nakamura, Y. (1950). New Ceramiums and Campylaephoras from Japan. *Sci. Pap. Instit. Algol. Res. Fac. Sci. Hokk. Univ.* **3** (2), 155-172.

Okamura, K. (1907-1937). *Icones of Japanese Algae.* Vols. I-VII. Tokyo.

——— (1916). *Enumeration of Japanese Algae.* 2nd. ed. 362 p. Tokyo. (In Japanese).

——— (1934). On Gelidium and Pterocladia of Japan. *Jour. Imp. Fish. Instit.* **29** (2), 47-67.

——— (1936). *Marine Algal Flora of Japan.* 964 p. Tokyo. (In Japanese).

Papenfuss, G. F. (1955). Classification of the Algae. *A century of progress in the natural sciences 1853-1953*. [p. 115-224] San Francisco.

Segi, T. (1951). Systematic Study of the genus *Polysiphonia* from Japan and its vicinity. *Jour. Fac. Fish., Mie Pref. Univ.* 1 (2), 169-272.

Tanaka, T. (1944). The Japanese species of Protofloridae. *Sci. Pap. Instit. Algol. Res., Fac. Sci. Hokk. Univ.* 3 (1), 79-97.

——— (1952). The systematic study of the Japanese Protofloridеae. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.* 2 (2), 1-92.

Tokida, J. (1934). Phycological observations, I. *Trans. Sapp. Nat. Hist. Soc.* 13 (3), 196-202.

——— (1938). On the scientific names of "Ginnansô." *Hokkai no Suisan.* 101, 2-7. (In Japanese).

——— (1943). On the so-called *Dilsea edulis* of Japan. *Bot. Mag., Tokyo.* 57 (674), 93-97.

——— & Masaki, T. (1948). On green-spot disease of *Neodilsea Yendoana* TOKIDA. *Hokusuishi Geppô* 5 (6), 14-17. (In Japanese).

———, Masaki, T. & Yabu, H. (1953). On the rhizoids of *Dictyopteris divaricata* (OKAM.) OKAMURA. *Bull. Fac. Fish., Hokk. Univ.* 4 (2), 149-156. (In Japanese).

Ueda, S.(1932). Taxonomic studies on the Japanese *Porphyra*. *Jour. Imp. Fish. Instit.* 28 (1), 1-45. (In Japanese).

Umezaki. I. (1950). Marine Cyanophyceae from Japan, 1. *Jour. Jap. Bot.* 25 (9-12), 224-228. (In Japanese.)

——— (1952). Marine Cyanophyceae from Japan, 4. *Ibid.* 27 (4), 117-120. (In Japanese).

——— (1956). Marine Cyanophyceae from Hokkaido. *Acta Phytotax. Geobot.* 16 (3), 84-90. (In Japanese).

Yamada, Y. (1928). Report of the biological survey of Mutsu Bay, 9. Marine Algae of Mutsu Bay and adjacent waters, II. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 4 ser., Biol.* 3 (4), 497-534.

——— (1932). Notes on some Japanese Algae, III. *Jour Fac. Sci., Hokk. Imp. Univ. Ser. 5.* 1 (2), 109-123.

——— (1946). Notes on some Japanese Algae, IX. *Sci. Pap. Inst. Algol. Res., Fac. Sci. Hokk. Univ.* 2 (2), 195-215.

——— & Inagaki, K. (1935). On *Acrothamnion pulchellum* YAMADA (non J. AGARDH) from Japan. *Ibid.* 1 (1), 37-40.

——— & Kinoshita, T. (1949). *Icones of marine animals and Algae in Hokkaido. Marine Algae*, No. 2. 14 p. Yoichi. (In Japanese).

——— & ——— (1950). *Ditto.* No. 3. *Sci. Pap. Hokk. Fish. Sci. Inst.*, No. 5, 1-14. (In Japanese).

Yendo, K. (1902). Corallinae verae Japonicae. *Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo.* 16 (2), 1-36.

——— (1907). The Fucaceae of Japan. *Ibid.* 21 (12), 1-174.

——— (1909-1918). Notes on Algae new to Japan, I-VIII. *Bot. Mag., Tokyo.* 23-32.

——— (1913). Some new Algae from Japan. *Nyt. Mag. Naturvid.* 51, 275-288.

——— (1916*a*). Corallinaceae. *In* Okamura, *Enumeration of the Japanese Algae*. 2nd. ed. Tokyo. (In Japanese).

——— (1920). Novae Algae Japoniae Decas I-III. *Bot. Mag., Tokyo* 34 (397), 1-12.

THE STRUCTURE OF THE YOLK-SAC AND THE ABSORPTION OF THE YOLK IN THE POND SMELT FRY

Juro YAMADA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

INTRODUCTION

Most of the teleost fry just after hatched out have a large yolk-sac in the belly, and live continuing the differentiation and the growth of the body structure without taking any foods until yolk in the yolk-sac has been consumed. Hitherto, on the utilization of yolk in stages of embryonic development, it has generally been accepted that the yolk is taken into the embryonic cells as an inactive nutrient material or a mere energy source of the developing embryo, and is consequently transformed into cytoplasm. Recently, Bellairs (1958), who studied the conversion of intra-cellular yolk drops into cytoplasm in chick embryo, discovered the appearance of mitochodria within the yolk drops and suggested that the yolk is not inert. There is available only a little imformation about the absorption of yolk in fish fry, viz., that the yolk drops are dissolved out from the yolk-sac and are transferred to every part of body, but detailed study of this process has not been advanced.

In the present study, the strucutre of the yolk-sac was principally observed to find out the manner of the absorption of yolk in the pond smelt fry. The yolk in the yolk-sac is not intracellular as shown by Bellairs but is extra-cellular; the results described here seem to show that the yolk, also, in this case, is not only a mass of inactive substance.

The writer is greatly indebted to Prof. S. Saito for his kind criticism and for the revision of this paper. Hearty thanks are due to Mr. K. Hamada of our laboratory for his helpful advices. To Mr. Z. Kofuji and Mr. S. Tanaka, the writer expresses his sincere gratitudes for their kind aid in collection of materials used.

MATERIAL AND METHOD

The eggs and young fry of the pond smelt (*Hypomesus olidus*) used in this study were taken in Lake Ōnuma and the old waterway of the Ishikari River (Ishikari-Furukawa). The developing eggs, artificially fertilized by members of the Fisheries Association of those actual places, were brought into laboratory and kept in water regulated within the temperature range of 7°C to 10°C. The eggs were hatched out in about three weeks after insemination. While the hatched fry were fixed daily up to the ninth day after hatching, some of the living fry were observed under low magnification. All fishes had died within ten days after hatching.

The agents employed in fixation were Bouin's, Carnoy's, Gilson's, Regaud's fluids and neutral formalin. Paraffin or carbowax sections were made from 6μ to 10μ in thickness. For histological preparations, the sections were stained with Delafield's haematoxylin or

Heidenhain's azan. Besides above, histochemical tests were also made such as the PAS reaction for polysaccharides, the Feulgen for DNA, Sudan III or Sudan black B for lipids and Romieu's reaction for cholesterol. The procedures for these reactions followed Lison (1953).

OBSERVATIONS

The general features and internal structure of the hatched fry

The just hatched fry has an appearance of a slender transparent needle-like form; its total length is about 5 mm. The oval shaped yolk-sac, about 0.6 mm in length, is embedded in the front region of the belly (Figs. 1 and 2). The original fin is a continuous thin membrane around the caudal end from dorsal to ventral, beginning at the ear and ending at the posterior portion of the heart. At the base of the ventral membranous fin, chromatophores are arranged in a row. The alimentary canal is a straight duct rather uniform in size, above both sides of which are the pronephric ducts (Fig. 3). Beneath the notochord is the dorsal aorta but the venous system is yet indistinct. Along the right side of the gut, posterior from the middle of the yolk-sac, there lies the pancreas (Fig. 8), while the liver is at the left just behind the yolk-sac (Fig. 13). Between the two organs, a duct opens just under the gut at the dorsal side of the yolk-sac (Fig. 8). This duct running through the liver to enter the posterior part of the gut will be mentioned later in detail. The air-bladder has not yet developed. The heart consists of two cell layers, endocardium and myocardium, lying in the pericardiac cavity (Fig. 2). A constriction divides it into two chambers, ventricle and auricle, the latter being situated rather more dorsalward than the former, so the heart takes somewhat S-shaped form. Forward of the heart is the ventral aorta which connects through the gill to the dorsal aorta running below the notochord to the caudal end. Backward of the heart, the auricle communicates with a wide funnel-like cavity which opens to the anterior part of the yolk-sac; there the sinus venosus or cuvierian duct is yet undifferentiated. The fetal blood is colourless and has no blood corpuscles.

The structure of the yolk-sac

The upper half of the oval shaped yolk-sac is embedded in the belly in the region of about 1.2 mm from the head end; its lower half is covered with the skin which overspreads the whole body surface. In this wall of yolk-sac, no blood vessels are observed either in sections or in external view. The contents of the yolk-sac is not a simple mass of yolk, but it consists of an anterior oil globule, the outermost wall of syncytium and the inner yolk mass. Detail of each costituent is given as follows.

The oil globule: The glistening oil globule always occupies the most anterior part of yolk-sac; the diameter of the globule is less than 0.2 mm (Figs. 1 and 2). The front two-thirds of the surface of this sphere is covered with a cytoplasmic wall of syncytium while the remaining one-third is in contact with the yolk (Figs. 4 and 9). As such large oil globule cannot be seen in the egg which is in the early developmental stages, it must be

assumed that the small oil droplets scattered among the yolk drops have been gathered and fused gradually into one during the later stages. When a formalin-fixed fry is put into water, the oil globule becomes gradually larger because of the inflow of some fine granules, probably oil droplets, from the yolk region. Finally, the syncytial wall ruptures then the contents flows out. Occasionally, when the rupture occurred at the most anterior part of the wall, the inner oil flowed into the funnel-like cavity in front of the yolk-sac. It passes through the heart, the gill region and reaches up to the dorsal aorta. Furthermore, observing a living fry under microscope, it can be found that the syncytial wall facing toward the funnel-like cavity vibrates with the pulsation of the heart. These facts prove a direct relationship between the heart and the yolk-sac.

The oil which flowed out from the body is soluble in benzine, acetone and alcohol.

The vitelline syncytium: Under the dermal wall of yolk-sac, the oil globule and the reserved yolk mass are enclosed in a syncytial tissue, in which a number of large nuclei are spotted (Fig. 2). This vitelline syncytium may have been derived from the periblast which is generally seen under the germ-disc in the early stages of fish embryogenesis. The anterior syncytial wall, inside of which is only the oil globule but no yolk, is thicker than the other portion which is in contact with the yolk mass (Figs. 3, 4 and 5). The nuclei in the anterior portion are round and numerous; they measure about 11μ in diameter (Fig. 3), twice as much of those in the liver cells. On the contrary, those in the other portion are more or less depressed and prolonged in shape according to the thinning of the ground substance, and the number is not so great (Fig. 5). Therefore, it can be said that most of the nuclei are concentrated in the anterior portion. Among the nuclei, no typical phases of nuclear division either in mitosis or in amitosis can be observed, though there are a few amitotic figures which do not take a typical gourd-shaped form but only show a considerably slender form without a marked constriction. But it is uncertain that these are true amitotic figures. Normally, one nucleolus besides chromatin reticulum is visible in each nucleus, but sometimes there are two or more in a large one. The nucleoli are stainable in red with azan and are Feulgen-positive, showing that they are not true nucleoli.

The ground substance of the syncytium takes an appearance of a fine granular structure stainable with light-green. It corresponds to the cytoplasm of somatic cells. In the interior of the syncytium, which is in contact with the yolk, there are various sized PAS-positive bodies (Fig. 6). Some of the large ones among them are similar to the nuclei in outline as well as in size (Fig. 10), but are negative to the Feulgen reaction.

In the contact surface of the syncytium with the yolk, especially in the portion just behind the oil globule, phases of transformation from yolk to syncytium can be observed. The process will be described below.

The yolk: The yolk of the pond smelt egg is a so-called non-massed yolk. In section, there are a plenty of yolk drops of various sizes. Observing the sections, fixed in Bouin or

Gilson and stained with haematoxylin, one sees that the yolk drops in the yolk-sac may be roughly divided into two; one group comprises the nearly spherical vacuolated drops showing some bubbly structure stained intensely, and the other the amorphous smooth drops stained faintly (Figs. 5 and 8). The former has a tendency to be located in the central region of the yolk-sac, contrary to the latter in the peripheral. In the periphery of the yolk-sac, where especially the yolk comes in contact with the oil globule, the smooth yolk drops melt in a liquid state, in which some fibrous structure appears (Fig. 9). Between this liquid yolk and the outer syncytial wall, there is often a portion where no clear boundary can be found. The above-stated difference between the two kinds of yolk drops is quite indistinct in the sections fixed with Carnoy or Regaud. The honey-combed yolk drops containing many vacuoles give negative PAS reaction, while the smooth drops as well as liquid yolk react faintly. Moreover, the PAS-positive granules are present in the inner part of the syncytium as described already (Fig. 6). The chemical content of the vacuoles within the vacuolated yolk drops is judged to be cholesterol or its derivatives from the positive result of the formalin-fixed frozen sections to which Romieu's reaction for cholesterol was applied.

The other body structures related to the yolk-sac

The funnel-like cavity in front of the yolk-sac is filled with fluid which is stained faintly with haematoxylin. In sagittal section, a crescent-shaped space can be seen in contact with the front wall of the sycytium resulting from the coagulation of this fluid by fixation (Fig. 7). The fluid shows positive reaction with PAS; it is clearly shown in the PAS-applied sections to fill the heart, the other blood vessels and also the interstitial spaces of various tissues, as well as the funnel-like cavity (Fig. 11). Accordingly, the fluid may be the fetal blood which is devoid of any blood corpuscles. Moreover, it can be said that the circulatory system in the larval stage of the pond smelt is still an opened one. Besides with the PAS, the fluid is stainable with Sudan black B in the Regaud-fixed carbowax sections (Fig. 12).

A duct opens at the posterior portion of the yolk-sac, between the gut and the upper surface of the vitelline syncytium. In the cross section, as shown in Fig. 8, the opening of the upper half of this duct is a thin cellular membrane, while the lower half is in common with the wall of the vitelline syncytium. Tracing the duct to the caudalwards, one finds that it expands at the portion behind the yolk-sac, behind which it gets gradually narrower as it passes through the liver close to the pancreas (Fig. 13). Finally, the duct ends in being united with the gut together with the other duct running out from the pancreas. In general morphogenesis, the liver and pancreas are formed from a blind sac projected from alimentary canal. Accordingly, the duct may be called here the "hepatic duct", assuming its appearance at the site mentioned as an indication of a growing stage of the liver and the pancreas. It is difficult to consider, therefore, that it would play a part in the digestion of yolk, though the anterior end of this duct has the intimate relation with the yolk in position.

Further change of the yolk-sac

From the external view, the yolk-sac almost disappears in the fry aged five days after hatching. But internally, it takes about nine days to exhaust the yolk, including the syncytium, completely.

The first visible change occurring in the yolk-sac is the gradual decrease in amount of the vacuolated yolk drops. Then, the relative amount of the smooth yolk drops increases, and at last, the inner part of the yolk-sac becomes filled with only the smooth drops or the liquid yolk (Fig. 14). The peripheral syncytium thickens according to the diminishing of the yolk. The nuclei increase in number remarkably (Fig. 15). The spherical nuclei are transformed into oval or more irregular shapes, and have a tendency to arrange themselves radially in the outer edge. A chromatin network appears in each of the multiplied nuclei and it becomes so conspicuous, that it is difficult to identify them as nuclei at a glance, but they give clearly the Feulgen-positive reaction (Fig. 16).

The oil globule decreases in size and at last disappears when the yolk drops are completely transformed into syncytium or liquid yolk. The hepatic duct of which its anterior end opens at the dorsal surface of vitelline syncytium becomes enlarged and comes to occupy the yolk-sac region (Fig. 17). The bulge of the duct takes an appearance of a blind sac neighboring to the remaining syncytium which is under absorption (Fig. 18). In this manner, the whole yolk as well as the syncytium is consumed entirely, leaving there only a large space which is the anterior bulge of the hepatic duct (Fig. 19). Blood corpuscles are not yet recognizable even in this stage.

DISCUSSION

John (1932), who has studied the origin of erythrocytes in herring, recognized that the posterior part of the heart communicated to the funnel-like cavity in front of the yolk-sac, which was filled with colourless blood in which no blood corpuscles were observed. That finding is quite in accord with the observation made in the present study on the pond smelt fry. Moreover, the facts that there is no vitelline vein on the surface of the yolk-sac, that the anterior wall of the syncytium holding the oil globule vibrates with the heart beats, and that a part of the oil globule flows into the heart through the funnel-like cavity, all suggest that the yolk in the yolk-sac is absorbed at its anterior part into the blood in some way.

The circulatory system remains to be called an opened one in the young fry in which only the main arteries have been differentiated. The venous blood which returns from the caudal end may flow back to the heart passing around the outer surface of the vitelline syncytium and through the anterior cavity of the yolk-sac. In other words, it can be regarded that the whole yolk mass which is enclosed by the syncytial wall is contained in a large vein.

In the foregoing account, the yolk is not descrided as dissolving out of the yolk-sac in the form as it is. Cordier (1941) considered in his experiment on injection of acid dyes in

trout yolk-sac that the vitelline syncytium plays a role as a dialyzing membrane through which the yolk is utilized by the embryo. His concept that the syncytium has a role to filter the yolk seems to be quite possible, but it must be noted here that the syncytium is originally formed from the conversion of yolk. The fact that the phase of transformation from yolk to syncytium is always observable seems to show the necessity of the conversion of yolk into such cytoplasmic substance in the process of the yolk absorption.

The matured egg of the pond smelt is supposed to be composed of peripheral yolk vesicles and inner yolk globules, according to the study of ovogenesis in smelt, *Hypomesus japonicus* (K. Yamamoto, 1956 and 1958). As the yolk vesicles are liberated in the perivitelline space when the egg is fertilized, there remain the yolk globules only. Now, in the yolk-sac, two kinds of yolk drops can be distinguished; these, of course, should be derived from a single kind of yolk, viz., from yolk globules. In considering the quantitative change of the two kinds of yolk, it can be assumed that the absorption of yolk may take place through the change as follows: the yolk globules — the vacuolated yolk drops — the smooth yolk drops — the liquid yolk — the vitelline syncytium. With regard to the PAS reaction, as the conversion of yolk progresses the reaction tends to increase in intensity. It is a proof to indicate that the synthesis or the liberation of polysaccharides may take place in these yolk drops.

It has long been considered possible that the periblast is concerned in the absorption of yolk in developing fish eggs. T. S. Yamamoto (1957) estimated the role of the periblast in herring, as it plays a part in the absorption of yolk after gastrulation from the observation that at the stage it comes to contain more polysaccharides, SH, and lipids than the other part. In the pond smelt fry, the vitelline syncytium contains many PAS-positive bodies, and it holds at the anterior a large oil globule instead of a weak staining for lipids of the syncytium by Sudan black B.

The periblastic nuclei have been believed to originate in excess spermatozoa in polyspermy or in the dropping down of one of the daughter nuclei when a mitotic division occurred in marginal blastomeres, and to multiply in amitosis. Lepeschinskaja (1936) reported in chick the new formation of cells from yolk without nuclear division and insisted that the cells develop into erythrocytes. A similar opinion was expressed by Chishima (1956) in frog embryo. If the opinion of those workers is correct, the newly formed cells which were indicated in thir opinions, contradictory to usual biological common view, may correspond to the periblastic nuclei in fish embryogenesis. Nishida (1958 a,b) stated regarding his histochemical observation of the periblast in salmon, that he found there some nucleus-like bodies which seem to contain nucleotides, throwing some doubt upon the accepted theory on the multiplication of periblastic nuclei.

So far as the present study is concerned, it is difficult to make any statement about the question on the origin of nuclei in the vitelline syncytium. However, it must be empha-

sized that even the amitotic figures are scarcely recognizable, of course no mitotic, in spite of the marked increase in the number of nuclei which accompany with the diminishing of yolk. Moreover, there can be seen, also in this case, the Feulgen-negative nucleus-like bodies in the syncytium.

Most of these nuclei are concentrated in the anterior end of the yolk-sac; in considering the close connection of the appearance of nuclei with the absorption of yolk, it is reasonable to conceive that the absorption takes place mainly in this portion.

According to the general review by Bracht (1950), eggs can be distinguished into two types on the basis of the pattern of the synthesis of nucleic acids: the one contains a considerable quantity of RNA which may be transformed into DNA during development, and the other synthesizes both the nucleic acids simultaneously. Brachet also says that, with some exceptions, the oligolecithal eggs with total cleavage belong to the former type, while the large ones with partial cleavage and provided with a vitelline syncytium do to the latter. In this connection, the vitelline syncytium appears to have much importance in the synthesis of nucleic acids. The marked increase in number of nuclei in the process of the yolk absorption may be possibly concerned with this matter. In another study on the yolk-sac of rainbow trout, the present writer recognized obvious phenomenon that the contents of the syncytial nuclei are liberated in vitelline veins (Yamada, 1959). In the pond smelt, therefore, it is not unreasonable to consider that the peripheral situation of the multiplied nuclei which are probably under the degenerating phase as shown in Fig. 18 may have close connection with that phenomenon.

The oil droplets lying among yolk granules begin to gather and fuse into one during development to form a large oil globule. As these oil droplets are known as glycerides (K. Yamamoto, 1958), the large globule in the yolk-sac must also be made up of neutral fats. The invariable situation of the oil globule in the yolk-sac suggests its some playing role in the absorption of yolk as a source of fatty acids.

The hepatic duct enlarges in keeping with the progress of the yolk absorption and finally it comes to occupy the region where the yolk has been embedded, as if it had pushed the yolk forewards. The ultimate fate of this duct remains unknown as the more advanced stages could not be observed. It is difficult to consider, at least, that the duct takes any part in the absorption of yolk.

SUMMARY

Observations were made of the structure of the yolk-sac and the associated internal body structures in the pond smelt fry (*Hypomesus olidus*). In the yolk-sac, the yolk mass and a large oil globule are enclosed by a syncytial tissue in which a number of large nuclei are scattered. In the larval stage, the circulatory system of this species is still to be called an opened one. The fetal blood is colourless and has no blood corpuscles. It can be

considered that the contents of the yolk-sac is embedded as a whole in a large vein, viz., the yolk-sac, in which the fetal blood is circulating. The yolk does not dissolve out from the yolk-sac in the form in which it exsists. It is transformed into the cytoplasmic syncytium through changes in form such as, in turn, vacuolated yolk drops, smooth yolk drops and liquid yolk. In this yolk and the cytoplasmic syncytium, the synthesis of polysaccharides and nucleic acids may be taking place. The chemical nature of the oil globule is probably that of neutral fats, while that of the vacuoles within the vacuolated yolk drops may be cholesterol. As the diminishing of the yolk-sac proceeds, the wall of syncytium thickens in which the nuclei remarkably increase in number though the typical figures of the nuclear division can never be observed, and there are often Feulgen-negative nucleus-like bodies in the inner part of the syncytium. The hepatic duct enlarges forwards and comes to occupy the yolk region, leaving only a wide cavity which is the anterior bulge of the duct, when the whole yolk as well as the syncytium has been completely absorbed.

LITERATURE

Bellairs, R. (1958). The conversion of yolk into cytoplasm in the chick blastoderm as shown by electron microscopy. *Jour. Embryol. Exp. Morph.* 6 (1), 149-161.

Brachet, J. (1950). *Chemical Embryology. 2nd. Edit.* 522p. New York; Interscience Publishers.

Chishima, K. (1956). The cleavage of amphibian egg and yolksphere's role played on the increasing in number of embryonic cells. *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 6, 268-278. (in Japanese)

Cordier, R. (1941). Le transit des colorants acides et les phènomènes concomitants chez l'alevin de la truite. *Arch. Biol.* 52, 361-390.

John, C. C. (1932). The origin of erythrocytes in herring (*Clupea harengus*). *Proc. Roy. Soc. London Ser. B* 110, 112-119.

Lepeschinskaja, O. B. (1936). Zur Frage nach der Neubildung von Zellen im tierischen Organismus. I. Bildung von Zellen und Blutinseln aus Dotterkugeln beim Hühnerembryo. *Cytologia* 7, 54-81.

Lison, L. (1953). *Histochimie et cytochimie animales. 2nd.* Edit. 607p. Paris; Gauthier-Villars.

Nishida, H. (1958*a*). On the structure of the periblast of *Oncorhychus keta* (Walbaum). *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery* 12, 31-36. (in Japanese)

———— (1958*b*). The periblast nucleus in the dog-salmon embryo, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Ibid.* 12, 37-44. (in Japanese)

Yamada, J. (1959). On the vitelline syncytium and the absorption of the yolk in the fry of two salmonids. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 10 (3), 203—208.

Yamamoto, K. (1956). Studies on the formation of fish eggs. VIII. The fate of the yolk vesicles in the oocyte of the smelt, *Hypomesus japonicus*, during vitellogenesis. *Embryologia* 3 (2), 131-138.

———— (1958). Vitellogenesis in fish eggs. *Symp. Cell Chem.* 8, 119-134 (in Japanese)

Yamamoto, T. S. (1957). Histochemical study on the early development of the herring (*Clupea pallasii*). Dobutsugaku-zasshi (Zool. Mag.) 66 (7), 289-294. (in Japanese)

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

All figures (1-6) represent external view or sections of just hatched fry.

Fig. 1. External view of the anterior half of the body in the living state. ×40

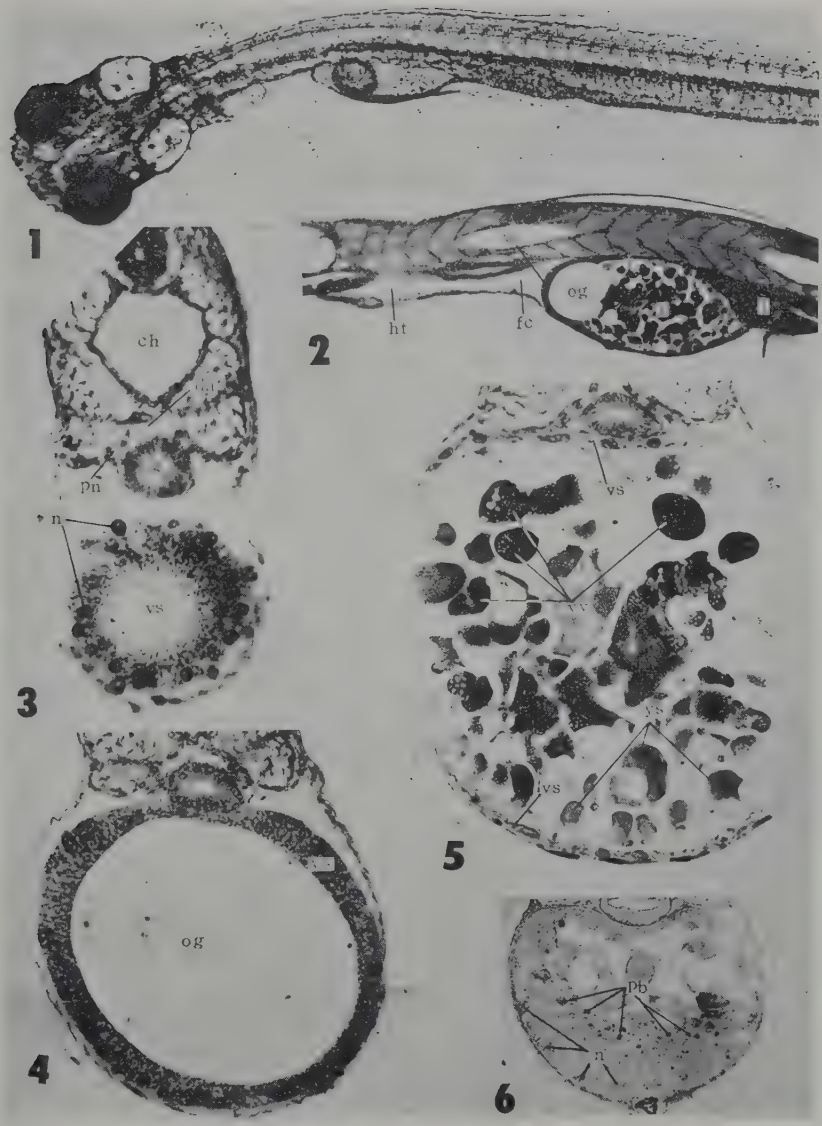
Fig. 2. Sagittal section through the heart and the yolk-sac. Bouin-haematoxylin. ×80 fc: funnel-like cavity; ht: heart; l: liver; og: oil globule; vs: vitelline syncytium; y: yolk

Fig. 3. Cross section through the anterior wall of the vitelline syncytium. Bouin-haematoxylin. ×250 ch: notochord; da: dorsal aorta; g: gut; pn: pronephric duct; vs: vitelline syncytium

Fig. 4. Cross section through the middle part of the oil globule. Bouin-haematoxylin. ×250 og; oil globule; vs: vitelline syncytium

Fig. 5. Cross section through the middle part of the yolk-sac. Bouin-haematoxylin. ×250 vs: vitelline syncytium; ys: smooth yolk drop; yv: vacuolated yolk drop

Fig. 6. Cross section through anterior part of the yolk-sac showing the PAS-positive bodies. Bouin-PAS. ×250 n: nucleus; pb: PAS-positive body



J. YAMADA: Yolk-sac and absorption of volk in pond smelt fry

PLATE II

All figures (7-13) except Fig. 10 represent the sections of the just hatched fry.

Fig. 7. Sagittal section same as in Fig. 2 showing the weakly stained fetal blood in front of the yolk-sac. Bouin-haematoxylin. ×65 fb: fetal blood

Fig. 8. Cross section through the posterior part of the yolk-sac showing the opening of the hepatic duct. Bouin-haematoxylin ×250 g: gut; hd: hepatic duct; p: pancreas; ys: smooth yolk drop; yv: vacuolated yolk drop

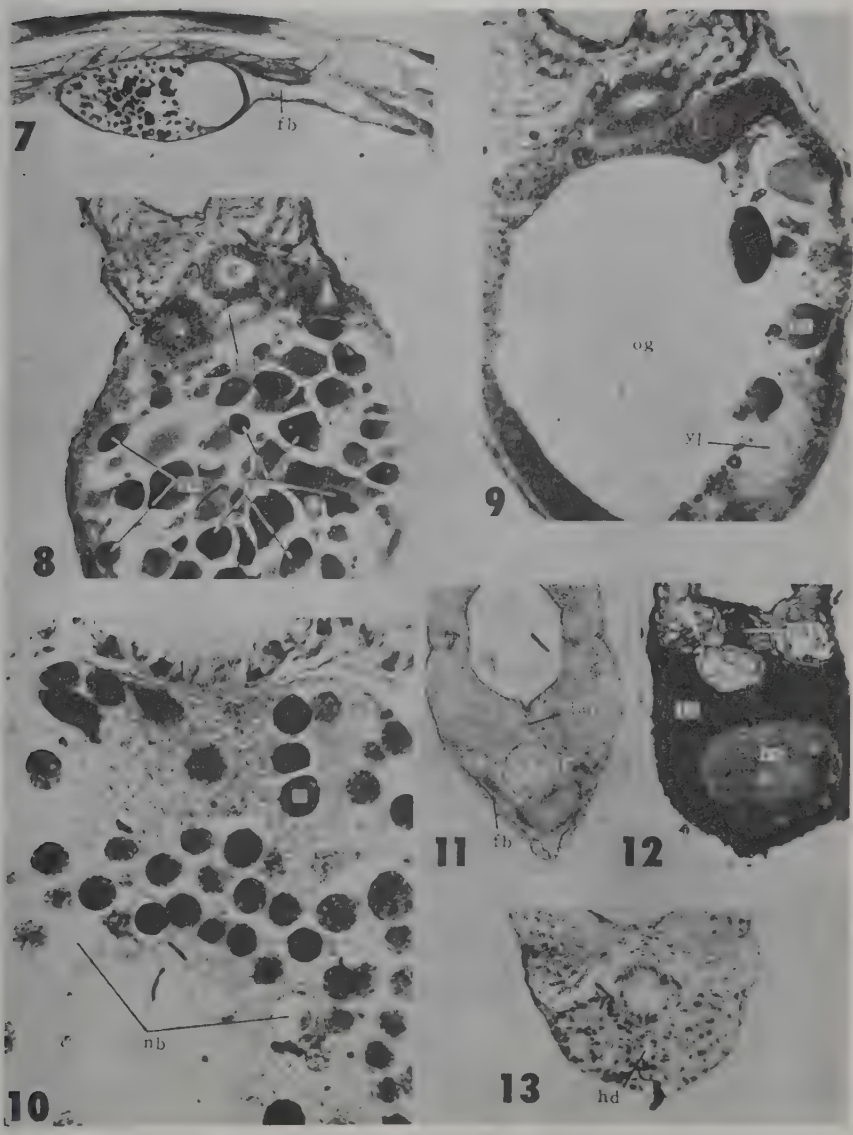
Fig. 9. Cross section through the posterior part of the oil globule. A transforming phase from yolk drops to syncytium is visible. Bouin-haematoxylin. ×250 og: oil globule; vs: vitelline syncytium; yl: liquid yolk; ys: smooth yolk drop

Fig. 10. Cross section of the thickened wall of the syncytium in which the vast number of nuclei are shown. Four days after hatching. Bouin-azan. ×800 n: nucleus; nb: nucleus-like body; vs: vitelline syncytium

Fig. 11. Cross section through the funnel-like cavity in front of the yolk-sac which is filled with PAS-positive fluid. Bouin-PAS. ×250 da: dorsal aorta; fb: fetal blood

Fig. 12. Cross section through the anterior end of the syncytium. The black stained fluid can be seen around the syncytium. Regaud-Sudan black B. ×250 da: dorsal aorta; fb: fetal blood; vs: vitelline syncytium

Fig. 13. Cross section through the liver and pancreas region just behind the yolk-sac showing the hepatic duct. Bouin-haematoxylin. ×250 hd: hepatic duct; l: liver; p: pancreas



J. YAMADA: Yolk-sac and absorption of yolk in pond smelt fry

PLATE III

Fig. 14. Cross section through the middle part of the yolk-sac in which yolk drops are disappearing. Three days after hatching. Bouin-haematoxylin. ×320 vs: vitelline syncytium; yl: liquid yolk

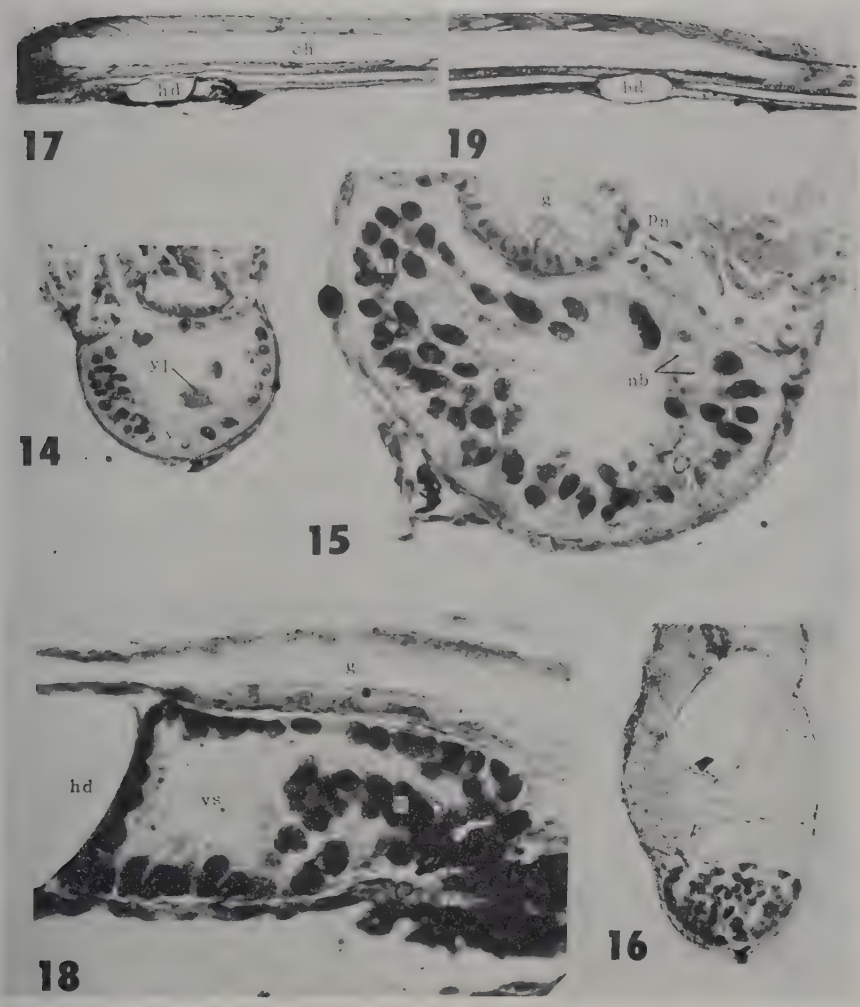
Fig. 15. Cross section through the anterior part of the yolk-sac. The nuclei are irregular in shape and are vacuolized. Three days after hatching. Bouin-haematoxylin. ×640 g: gut; n: nucleus; nb: nucleus-like body; pn: pronephric duct

Fig. 16. Cross section through the anterior part of the yolk-sac showing the vitelline syncytium filled with multiplied nuclei. Bouin-Feulgen. ×250

Fig. 17. Sagittal section of the fry five days after hatching. The head is to the right. Bouin-haematoxylin. ×65 ch: notochord; hd: hepatic duct

Fig. 18. High magnification of the yolk-sac region in Fig. 17. Note the peripheral position of the nuclei. Bouin-haematoxylin. ×640 hd: hepatic duct; n: nucleus; vs: vitelline syncytium

Fig. 19. Sagittal section of the fry eight days after hatching. The yolk has been completely absorbed. The head is to the right. Bouin-haematoxylin. ×65 hd: hepatic duct



J. YAMADA: Yolk-sac and absorption of yolk in pond smelt fry

ON THE VITELLINE SYNCYTIUM AND THE ABSORPTION OF THE YOLK IN THE FRY OF TWO SALMONIDS

Juro YAMADA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Introduction

In his previous paper, the writer reported the structure of the yolk-sac in the pond smelt fry with special reference to the vitelline syncytium which is considered to play some important role in the yolk absorption. As is already described by Cordier (1941), the yolk in the yolk-sac of rainbow trout is enclosed by a vitelline syncytium which he considered as a dialyzing membrane to filter the yolk.

The structure of the yolk-sac in dog salmon and rainbow trout, both treated in this study, does not differ essentially from that of pond smelt. However, on the surface of the vitelline syncytium, there are many vitelline veins in which blood containing a vast number of blood corpuscles is circulating. This is in striking contrast to the structure of the yolk-sac in pond smelt. In the latter species, the fetal blood has no blood corpuscles and flows inside of the yolk-sac wall around the whole yolk mass. In the present study, besides observations on the general transition of the yolk mass in the yolk-sac, attention has been paid especially to the relation between the blood cells and the syncytial nuclei by tracing the behaviour of the nuclei in histological preparations, as blood cells were unobservable in the study of the pond smelt.

The writer is much indebted to Prof. S. Saito for his kindness in reading the manuscript. Thanks are due to Mr. R. Yuki who gave the facilities for collection of a part of materials.

Materials and Method

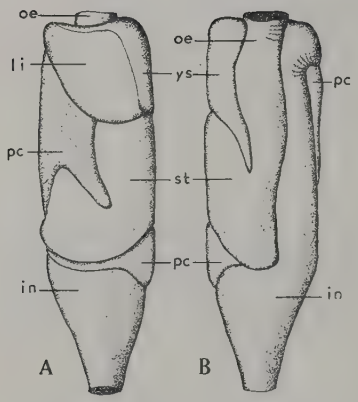
The histologically examined fry ranged respectively from 2.6 to 4.0 cm in the case of dog salmon (*Oncorhynchus keta*) and 1.6 to 3.8 cm in rainbow trout (*Salmo irideus*). The age of these materials in days after hatching was mostly uncertain excepting some of the rainbow trout fry.

The method of preparing the microscopic preparations is the same as described in the previous paper.

Observations

Transition of the yolk mass in outline

Each of the young fry examined is either provided with or is without a yolk-sac in the belly, but for a considerable period the fry which have lost their yolk-sac, in external appearance, maintain more or less some remnant yolk mass or only vitelline syncytium



Textfig. 1. Schematic drawings of ventral and dorsal views of the digestive tract and its accessory organs in the rainbow trout, 3.1 cm in body-length. ×5
A. Ventral view
B. Dorsal view
in: intestine; li: liver; oe: oesophagus; pc: pyloric caeca; ys: yolk and vitelline syncytium

embedded in their ventral cavity.

For instance, when the viscera are taken out of the ventral cavity of the rainbow trout fry, 3.1 cm in body-length, their dorsal and ventral views are as shown in Textfig. 1. The alimentary canal turns twice being twisted to form the stomach. Under the anterior part of the stomach the triangular liver closely adheres. One can easily recognize also a tapering organ adherent to the left side of the stomach in the dorsal view. This is still existing yolk which is absent in larger fishes. In section, the base of this tapering yolk mass which is adjacent to the liver consists almost entirely of vitelline syncytium and a little yolk, while the slender arm is composed entirely of syncytium (Fig. 1). Fine vitelline veins pass all over the whole surface.

It is impossible to make whole serial sections of the fry which retains still a large amount of yolk, but the periphery of the yolk mass, especially at its anterior part, is converted into vitelline syncytium which a worker has less difficulty in sectioning. Accordingly, the cutting was made from anterior to posterior of the body as far as the point where it came almost impossible.

The anteriormost section through the yolk mass in the two-day-old fry of the rainbow trout is shown in Fig. 2. It passes also through the sinus venosus and the posterior part of the auricle. A hollow space can be seen at the middle of the yolk mass. That may be the site which was originally filled with some fatty substance as is shown in the yolk-sac of the pond smelt fry. The peripheral portion of the yolk mass as well as the circumferance of the above mentioned hollow space is transformed into vitelline syncytium in which many vitelline veins are distributed. This is essentially the same over the whole surface of the yolk mass (Fig. 3). But the thickness of the syncytial wall is the largest in its anterior portion where the area is rich in vitelline veins and nuclei.

Later on, the yolk comes to occupy only the left side of the body, although it is not clear whether it occured because the yolk absorption proceeded more rapidly in the right side than in the left, or because the displacement of the yolk took place in later stages (Fig. 4). As this figure is a frontal view of the section, passing through the cuvierian duct, the yolk mass is seen at the left in the figure. A hollow space is at the top of the mass.

With the decrease of the amount of yolk mainly in the right side of the body, the

site comes to be occupied by the growing liver. After all, the rise and fall of the bulk of these two masses leads to the situation as is already shown in Textfig. 1. Most of the vitelline veins distributed over the whole surface of yolk join into one to open into the sinus venosus, but some of them enter into the liver directly. It seems, therefore, that the vitelline veins which remain when the yolk has been absorbed become the radicles of the hepatic or portal veins according to the outgrowth of the liver to the yolk area.

Detailed observation on the vitelline syncytium

As yolk of eggs of dog salmon or rainbow trout take the form of the so-called massed yolk which differs from that of pond smelt eggs, sections of the yolk show a continuous smooth mass. In the peripheral part which is contact with the vitelline syncytium, however, the yolk mass contains many spherical yolk drops (Fig. 5). As they also exsist in the inner part of the syncytium, the boundary between yolk and syncytium is quite indistinct. The vitelline veins running through the syncytium often lack their endothelial wall, where exposed blood corpuscles are directly in contact with the syncytium.

The nuclei scattered in the syncytium are extremely varied in shape, measuring in diameter about 20 to 30μ on the average (Fig. 6). They contain two or more nucleolus-like bodies which are similar both in size and shape to the nuclei of erythrocytes. The bodies are stainable with haematoxylin in blue, with azan in red, and are positive to the Feulgen reaction, showing that they consist exclusively of chromatin.

The nuclei migrate toward the vicinity of the vitelline veins, and after their arrival at the goal they liberate their contents into veins (Figs. 5, 7 and 8). As for the liberation of the nuclear contents, three different ways may be distinguished. One of them is the direct contact of the nuclei with the exposed blood corpuscles at the portion where no endothelium is visible (Fig. 5). The second, encountered rather abundantly in the cases, is that there is a slight discrepancy between the positions of the liberating nuclei and those of the veins (Fig. 7). And the third is the liberation of the nuclear contents at just outside of the endothelial wall (Fig. 8). In the latter two cases, the nuclei seem likely to be secreting cells, while in the former case, their behaviour calls to our mind an amoeboid movement. The meaning of this difference in the behaviour of the nuclei cannot be explained.

The phenomenon of the liberation of the nuclear contents comes to be seen in anypart of the syncytium which is in contact with the vitelline veins, according to the advance in the yolk absorption. In looking over Figs. 9, 10 and 11, it may be well interpreted that the extension of the vitelline veins in the syncytium takes place after the degeneration of the nuclei has been completed. In Fig. 9, it is shown that the liberation of the nuclear contents into a vitelline vein is being performed by many nuclei standing on the wall of the vein. After the liberation has been completed, the sites are subsequently vacuolized (Fig. 10). Then, these vacuoles are penetrated by a number of blood corpuscles and become filled with them (Fig. 11). In this way, the vitelline veins extend their influence all over

the vitelline syncytium which is being increasingly invaded by the veins.

On the multiplication of the vitelline nuclei, no typical amitotic figures were observed in the present study, likewise as in the case of pond smelt.

Discussion

The vitelline syncytium should be derived from subgerminal periblast which appears as early as in late cleavage stage in dog salmon (Saito, 1950). Recently, studies on the structure of the periblast and its nuclei in the developing salmon eggs were carried out by Nishida (1958a,b). His description on the structure of the periblast and the size and shape of its nuclei are quite in accord with the structure of the vitelline syncytium and size and shape of the vitelline nuclei which was observed in the present study. Therefore, it is obvious that the vitelline syncytium in the yolk-sac of the hatched fry is descended from the periblast of the early embyonic stage, and further that the essential nature of the periblast is invariable throughout the whole course of yolk absorption, excepting the fact that the vitelline syncytium is provided with many veins while the periblast is not yet. As even before the blood vessels develop and the blood begins to circulate, the yolk was being absorbed by the embryo through the interposed periblast, the role which the periblast or vitelline syncytium plays in the yolk absorption may have not any direct relationship with the presence of the blood vessels. However, the distribution of the blood vessels over the yolk mass seems to be necessary to accelerate the yolk absorption according to the increasing consumption of yolk by the rapidly growing embryo. Therefore, after the vitelline veins have developed, the best objective to observe in order to understand the function of the vitelline nuclei play in the yolk absorption is supposed to be their behaviour in the vicinity of the veins.

Observation clearly showed that the nuclei migrate towards the vitelline veins and liberate their contents into them. But it is difficult to say whether the migration of the nuclei is really autonomous or that a movement of the ground substance of the syncytium which may also be absorbed through the veins causes the nuclei to migrate. It must be noted here, however, that the syncytium is continuously transferred into blood at the portion where blood vessels lack their endothelium, but the nuclei are not always concentrated at that portion.

The contents of the nuclei under liberation react to the Feulgen test, suggesting that the nuclei play a role to synthesize DNA and to provide the embryo with it. In the case of pond smelt, the liberation of nuclear contents was not observed but the nuclei tended to adhere to the outer surface of the syncytium on which the colourless blood was circulating. This is considered, therefore, to be equivalent to the liberation phenomenon in the present study on salmon and trout.

In general vertebrate embryogenesis, most erythrocytes are said to arise from blood islands in yolk region. Some investigators insist that yolk spheres give rise to newly formed

cells which, then, turn into erythrocytes (Lepeschinskaja, 1936; Chishima, 1956). In this connection, it is very interesting that the vitelline nuclei contain some chromatin nucleoli which are similar in size to the nuclei of erythrocytes. But it can scarcely be said that these nucleoli change into nuclei of erythrocytes. Rather, they seem to be destroyed and to disappear when the vitelline nuclei liberate their inner substance. Consequently, the sites of the nuclei turn into vacuoles which come to be occupied by a number of infiltrated blood cells from the vein. After all, the contents of the nuclei are replaced by several in number erythrocytes, but it should not be considered that the nuclei themselves change into or produce erythrocytes.

The yolk is transformed into vitelline syncytium which consists of nuclear and cytoplasmic substances, and it supplies a demand of a developing embryo or a fry. The vitelline syncytium is probably not a mere dialyzing membrane as is considered by Cordier (1941). Furthermore, the yolk, including the vitelline syncytium in a broad sense, is not merely a mass of inert nutrient substance but it should be called an 'active substance' in which some important biochemical syntheses are taking place.

The vitelline nuclei are comsumed one after another in the course of yolk absorption, neverthless, the syncytium in any stage retains a vast number of nuclei. How do these nuclei arise ? According to the accepted opinion, the vitelline nuclei are believed to multiply in amitosis. But this opinion seems to be insufficient to explain the phenomenon described here, as there was almost no figure in the stage of amitotic division. In considering Lepeschinskaja's insistence that yolk spheres form new cells, an elaborate study on this subject is required.

Summary

The process of yolk absorption in the hatched fry of dog salmon and rainbow trout was traced mainly by means of histological observations of the yolk-sac. The yolk is enclosed by vitelline syncytium in which are distributed many vitelline veins which are contributing to absorb the yolk. The veins often lack their endothelium, and the syncytium is continuous to the blood at that portion. The syncytium has several large vacuoles which are considered to be filled with some fatty substance.

After the disappearance of the yolk-sac, the yolk mass remains for a considerable period in the abdominal cavity of the fry, and it comes finally to consist practically of syncytium only. The vitelline nuclei migrate towards the veins into which they liberate their centents. Three happenings can be distinguished based on the behaviour of the nuclei; the direct destruction of the nuclei at the endothelium-less portion, the liberation of nuclear substance at a slightly distant portion from a vein, and the liberation at the outside of the endothlium. After the nuclear contents have been liberated, the sites are consequently vacuolized. Then, the vacuoles are filled with blood cells. In such a way, the vitelline syncytium is increasingly invaded by the veins.

Literature

Chishima, K. (1956). The cleavage of amphibian egg and yolk sphere's role played on the increasing in number of embryonic cells. *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* **6**, 268-278.

Cordier, R. (1941). Le transit des colorants acides et les phénomènes concomitans chez l'alevin de la truite. *Arch. Biol.* **52**, 361-390.

Lepeschinskaja, O. B. (1936). Zur Frage nach der neubildung von Zellen im tierischen Organismus. I. Bildung von Zellen und Blutinseln aus Dotterkugeln beim Hühnerembryo. *Cytologia* **7**, 54-81.

Nishida, H. (1958a). On the structure of the periblast of *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery* **12**, 31-36.

———— (1958b). The periblast nucleus in the dog-salmon embryo, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Ibid.* **12**. 37-44.

Saito, S. (1950). The embryological study of fishes. I. General observation on the early development of the dog-salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Jour. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* **48** (3), 267-289.

Yamada, J. (1959). The structure of the yolk-sac and the absorption of the yolk in the pond smelt fry. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **10** (3), 194-202.

EXPLANATION OF PLATES

All figures except Fig. 8 are sections fixed in Bouin and stained with haematoxylin. The length of the fish is shown in body-length.

PLATE I

Fig. 1. Cross section through the region of liver and vitelline syncytium in the drawings in Text-fig. 1. Rainbow trout, 3.1 cm. ×40 li: liver; st: stomach; vs: vitelline syncytium

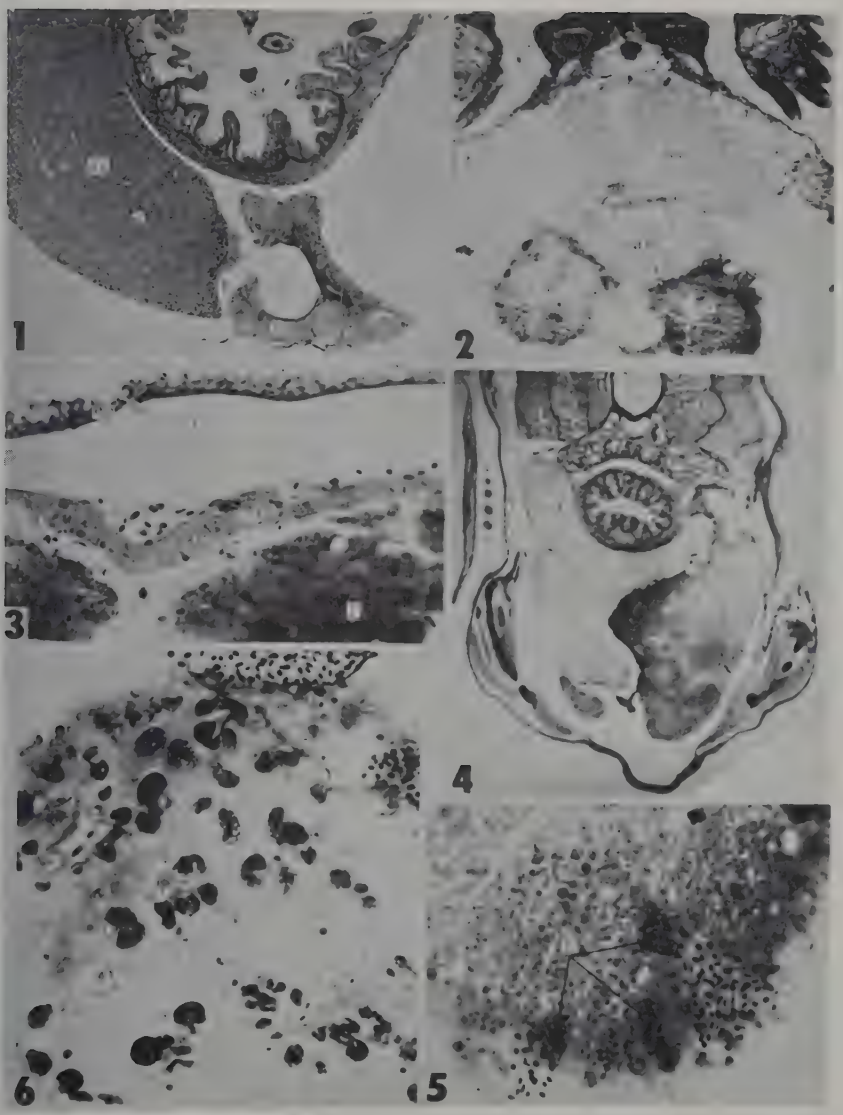
Fig. 2. Sinus venosus and anterior part of yolk mass in the central cavity of the rainbow trout fry, two days after hatching, 1.6 cm. ×64 au: auricle; sv: sinus venosus; y: yolk

Fig. 3. A part of yolk-sac wall and underlying vitelline syncytium taken from the lateral side of yolk-sac of the rainbow trout fry, two days after hatching, 1.6 cm. ×260 ep: epithelium; vs: vitelline syncytium; y: yolk

Fig. 4. Yolk mass situated at the left body side (right in the figure). At the top of the mass is a hollow space. Dog salmon, 2.7 cm. ×26 cd: cuvierian duct; y: yolk

Fig. 5. Peripheral yolk and vitelline syncytium in which three amoeboid nuclei are visible. Rainbow trout, two days after hatching, 1.6 cm. ×260 n: nucleus

Fig. 6. Various shaped and sized nuclei in the developed vitelline syncytium. Rainbow trout, forty days after hatching, 2.5 cm. ×260



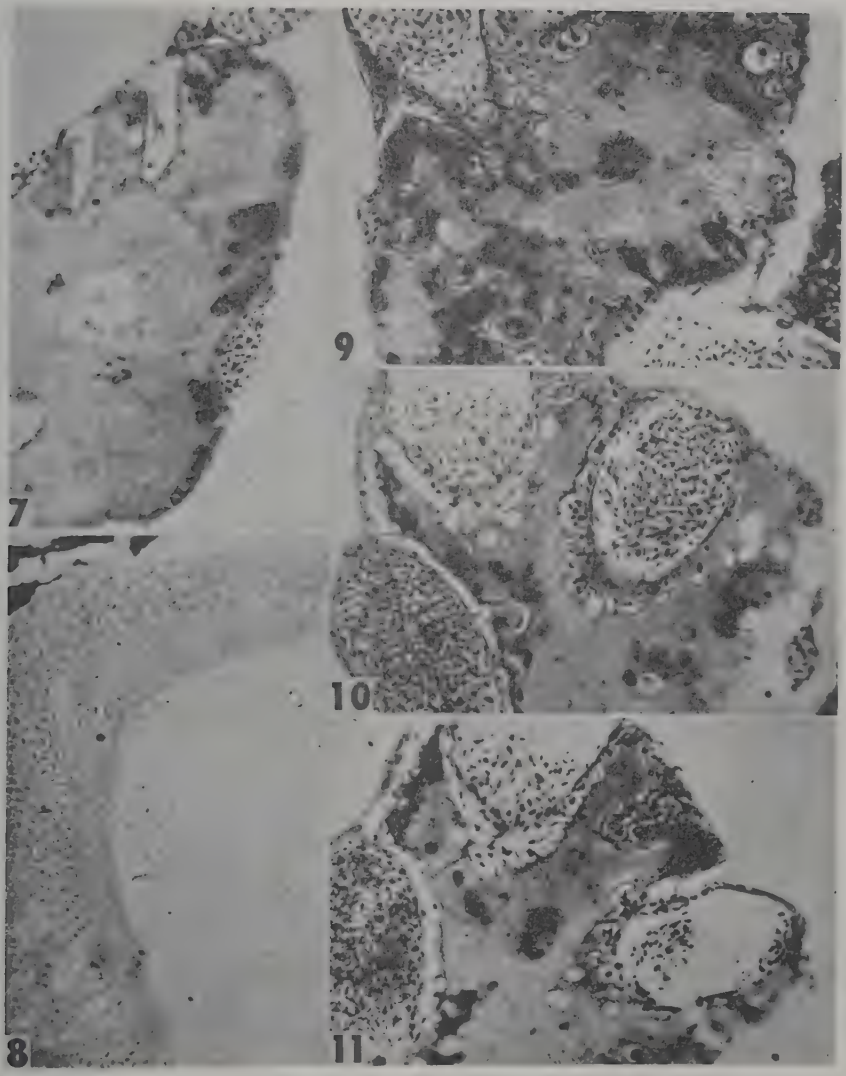
J. YAMADA : Vitelline syncytium and absorption of yolk in salmonids

PLATE II

Fig. 7. Liberation of nuclear contents at the vicinity of a vitelline vein. Rainbow trout, forty days after hatching, 2.5 cm. ×260

Fig. 8. Liberation of nuclear contents from the outside of endothelium. Rainbow trout, 2.3 cm. ×260 Feulgen

Figs. 9–11. Showing the relation between the liberation of nuclear contents and the extension of vitelline veins. Dog salmon, 4.0 cm. ×260



J. YAMADA : Vitelline syncytium and absorption of yolk in salmonids

SOME CONSIDERATIONS ON THE POPULATIONS OF ATKA FISH, *PLEUROGRAMMUS AZONUS*, CAUGHT BY DRAG NET IN THE WEST COASTAL WATERS OF HOKKAIDO IN SPRING

Ken-ichiro KYUSHIN and Tetsuichiro KINOSHITA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Introduction

The drag net fishery for Atka fish in spring in the Tsugaru Strait and in the west coastal waters of Hokkaido, first begins at the west mouth of the strait early in April. Then, with the passage of days, the fishing grounds move eastward in the strait, and, on the other hand, northward in the west coastal waters. The fishing season closes early in June near Rishiri and Rebun Islands for the latter area.

These Atka fish shoals, called the "haru-hokke" commonly, are feeding groups which rise to near the sea-surface from the bottom to take *Themisto sp.*, *Euphausia spp.*, *Calanus spp.* etc. gathering there.[1,2,3] They are mainly formed by 1-year-old fish, about 25 cm in body length.[4,5] The movements of the grounds suggest, at a glance, the migration or movements of the shoals, but because these shoals, from the results of the tagging experiments, are not seen to migrate widely,[6,7] the fishery biologists have doubted whether the shifting of the grounds really represent actual migrations of the shoals.

In order to make clear this problem, the present authors examined the measurement data on 1-year-old fish of the "haru-hokke" caught in the various areas of the west coastal waters of Hokkaido from April to June, 1956. But, no consideration was made for the Tsugaru Strait, since the materials collected in this area were not sufficient to treat the problem.

Before going further, the authors wish to express sincere gratitude to Dr. Hiroaki Aikawa, professor of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, for his valuable advices and review of this manuscript. Thanks are offered to Mrs. Toshiko Maruta for her help in arranging the data.

The present study was carried out as a part of the researches of the bottom fish populations which have been executing by some members of the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, the Hokkaido Fisheries Experimental Station and the Faculty of Fisheries, Hokkaido University.

Materials and Methods

The materials used in this study were sampled from the catches taken by drag net from the middle of April to early in June, 1956 (Table 1). Arranging in order the fishing grounds from south to north, they were taken in the area from the west mouth of the Tsugaru Strait to off Hakodate (landed at Hakodate), around Okushiri Island (Aonai),

Table 1. Materials

Sampling station	Date		Number of specimen
Hakodate	Apr. 26,	1956	25
	Apr. 27,	〃	25
	Apr. 29,	〃	25
	May 10,	〃	25
	May 14,	〃	25
	May 24,	〃	25
	Total		150
Aonai	Apr. 15,	1956	20
	Apr. 20,	〃	21
	Apr. 25,	〃	20
	May 2,	〃	20
	May 27,	〃	20
	Total		101
Suttsu	Apr. 25,	1956	50
	Apr. 27,	〃	50
	May 6,	〃	50
	Total		150
Kutsugata and Oniwaki	May 4,	1956	50
	May 7,	〃	50
	May 9,	〃	50
	May 9,	〃	50
	May 20,	〃	50
	May 21,	〃	50
	May 21,	〃	50
	June 6,	〃	50
	June 6,	〃	50
	Total		450

Fig. 1. Map of the west coastal waters of Hokkaido, showing localities mentioned

off the coast from Suttsu to Iruka (Suttsu) and around Rishiri and Rebun Islands (Kutsugata and Oniwaki); the areas and the localities are shown by the map in Fig. 1.

The items of measurement and count of the specimens were: body length, body weight, sex, number of vertebrae (urostyle included), number of dorsal and anal fin rays, scale length and scale diameter at the time of the first ring formation. However, the number of vertebrae and dorsal fin rays of the specimens collected in Aonai and Kutsugata-Oniwaki was not counted.

The scales were taken from portion III of the fish-body.[8] The scales were magnified 50 times by the projector for measnrement of the overall scale length and scale diameter

at the time of the first ring formation; the measurements were recorded in mm along the antero-lateral line of the scale.

Results

1) Length composition

The length compositions of fish from the various areas which are gathered up through

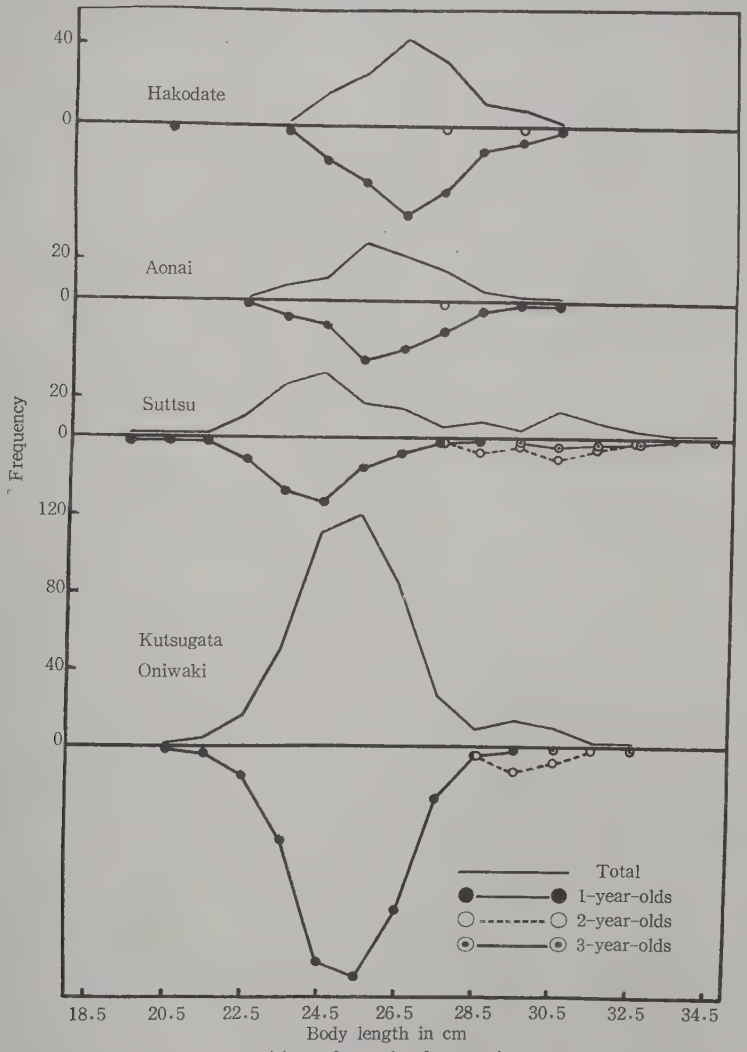


Fig. 2. Length compositions of samples from various areas gathered up through the saeson

the season are shown in Fig. 2. The data of Hakodate and Aonai represent the normal form of distribution with the respective modes at 26.5 and 25.5 cm. Otherwise, the data of Suttsu and Kutsugata-Oniwaki show polymodality with the maximum frequency in 24.5 cm for the former and in 25.5 cm for the latter.

Analyzing the length composition into age groups, one finds that the main mode is supplied by 1-year-old fish in all cases, whilst other modes seen in Suttsu and Kutsugata-Oniwaki are furnished by 2- and 3-year-old fish chiefly. In total data, 1-year-old fish account for 91 percent and the rest are 2- and 3-year-old fish.

Comparing the length compositions of 1-year-old fish by areas, the data of Suttsu and Kutsugata-Oniwaki show smaller size than others. The mean values of body length are 26.5, 26.0, 24.2 and 25.2 cm for Hakodate, Aonai, Suttsu and Kutsugata-Oniwaki respectively. The values of the data from Hakodate and Aonai on the fish taken in April and May are somewhat larger than those from Kutsugata-Oniwaki derived from the fish caught in May and June; the values from Suttsu which is situated geographically between the other two grounds are the smallest.

The seasonal changes of body length of 1-year-old fish are shown in Fig. 3. The data are separated into two groups — one is the large size group, developing from about 25 cm at the middle of April to about 27.5 cm late in May, which is composed of the data from Hakodate and Aonai; the other is the small one, increasing from about 24 cm late in April to about 26 cm early in June, composed of fish from Suttsu and Kutsugata-Oniwaki. There is about 2 cm difference between them through the whole season.

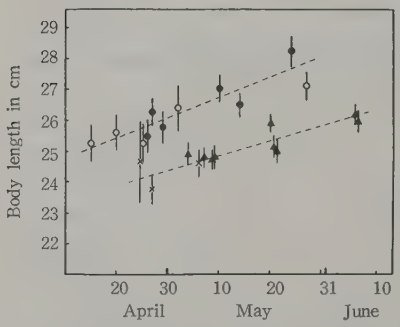


Fig. 3. Seasonal changes in length of samples from various areas

Dots and longitudinal lines show the position of the mean values and confidence intervals for $P_{0.05}$ respectively. ●: Hakodate ○: Aonai ×: Suttsu ▲: Kutsugata-Oniwaki

Thus, for the reason that the data of Hakodate and Aonai were collected from the large size group, while those of Suttsu and Kutsugata-Oniwaki, from the small one, the length compositions of the former lay considerably on the larger size than those of the latter. Especially, that the length composition for Suttsu showed the smallest size among the data was due to the fact that the data were collected from the small group only in the early fishing season.

2) The scale diameter at the time of the first ring formation and the marginal increment of the scale from the first ring

The 1-year-old fish have one ring on their scales, as they hatched out in the period

from January to April of the previous year and rings are formed in winter. The mean values of the scale diameter and the calculated body length from various areas at the time first ring is formed are shown in Table 2. Here, use was made of standardized first ring diameter.[8] The frequency distributions of the first ring diameter represent the normal form in all cases and the mean values differ among areas. The value of 1.61 mm for Suttsu is the minimum value and 1.70 mm for Kutsugata-Oniwaki the maximum one.

Table 2. Scale diameter and calculated body length at the time of the first ring formation

Sampling station	Mean value of first ring diameter (mm)	Calculated body length (cm)
Hakodate	1.63	21.3
Aonai	1.66	21.8
Suttsu	1.61	21.1
Kutsugata and Oniwaki	1.70	22.5

The seasonal changes of the marginal increments of scales from the first ring, that is $R-r_1$, — here, R is the scale length and r_1 is the first ring diameter — are shown in Fig. 4. The development of $R-r_1$ differs among the areas remarkably; values are separated into three groups — the data of Hakodate and Aonai which develop from about 0.16 mm at the middle of April to about 0.36 mm late in May, those of Kutsugata-Oniwaki which increase from about 0.12 mm early in May to about 0.14 mm early in June and those of Suttsu which lie between the other two groups and increase from about 0.13 mm late in April to about 0.17 mm early in May.

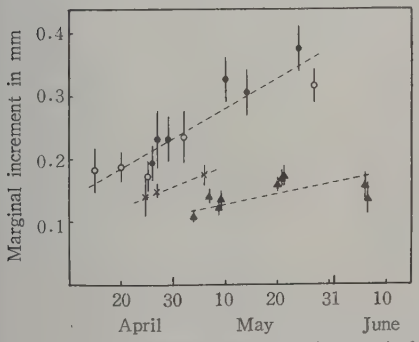


Fig. 4. Seasonal changes in the marginal increments of scales from the first ring

Dots and longitudinal lines show the position of the mean values and confidence intervals for $P_{0.05}$ respectively. ●: Hakodate ○: Aonai ×: Suttsu ▲: Kutsugata-Oniwaki

3) The counts of vertebrae, dorsal fin rays and anal fin rays

For a preliminary examination, differences between means by sex of individual samples from various areas were examined for statistical significance using the t-test. In all samples there was no one in which significant differences were recognized as to vertebrae; in only one from Hakodate out of 9 cases for dorsal fin rays and each one from Hakodate and Kutsugata-Oniwaki out of 23 cases for anal fin rays were there significant differences. From the above examination, it may be acceptable that differences of mean between sex are not recognized in the three meristic characters examined.

The next step was to compare fhe mean counts of the combined data by sex for these

characters within each area by means of an analysis of variance (Table 3). There were no significant differences by the areas, Hakodate ($F = 0.80$) and Suttsu ($F = 2.27$) in vertebrae nor also by the areas, Hakodate ($F = 0.59$), Aonai ($F = 1.95$), Suttsu ($F = 0.06$) and Kutsugata-Oniwaki ($F = 1.79$) in anal fin rays. In respect of dorsal fin rays, significant differences were not recognized for the samples of Hakodate ($F = 1.77$) but 4.97 of F value for Suttsu was significant for $P_{0.01}$. Hence, the samples from each area except Suttsu may have been drawn from a single population. Table 4 shows the results of examinations for three mean values of the dorsal fin ray counts from Suttsu by t-test.

Table 3. Frequencies of meristic characters of each sample from various ares

1. Number of vertebrae

Sampling station	Date	Vertebrae							Total	Mean	s.s.
		57	58	59	60	61	62	63			
Hakodate	Apr. 26				5	13	5	1	24	61.083	13.9
	Apr. 27			1	5	11	8		25	61.040	17.0
	Apr. 29				3	10	9	3	25	61.480	18.3
	May 10				2	16	6	1	25	61.240	10.6
	May 14			1	6	6	9	1	23	61.130	22.7
	May 24				5	11	6	1	23	61.130	14.7
											97.2
	Total			2	26	67	43	7	145	61.186	100.0
Suttsu	Apr. 25				2	4	1		7	60.857	2.9
	Apr. 27			3	16	21	6	4	50	60.840	49.0
	May 6	1	2	7	13	21	4	1	49	60.367	64.0
											115.9
	Total	1	2	10	31	46	11	5	106	60.623	121.0

2. Number of dorsal fin rays

Sampling station	Date	Dosal fin rays							Total	Mean	s.s.
		47	48	49	50	51	52	53			
Hakodate	Apr. 26			8	13	3			24	49.729	10.0
	Apr. 27			9	12	3	1		25	49.840	15.4
	Apr. 29			10	11	4			25	49.760	12.6
	May 10			8	11	6			25	49.920	13.9
	May 14			6	11	5	1		23	50.043	15.0
	May 24			3	12	6	2		23	50.304	14.9
											81.8
	Total			44	70	27	4		145	49.938	87.0
Suttsu	Apr. 25			1		5	1		7	50.857	4.9
	Apr. 27	1		9	19	12	7	2	50	50.400	68.0
	May 6			1	11	25	8	4	49	51.061	39.0
											111.9
	Total	1		11	30	42	16	6	106	50.736	122.7

3. Number of anal fin rays

Sampling station	Date	Anal fin rays 26	27	28	29	30	31	33	Total	Mean	s.s.
Hakodate	Apr. 26		3	10	10	1			24	28.375	13.4
	Apr. 27	1	2	12	10				25	28.375	14.6
	Apr. 29	1		13	10	1			25	28.400	14.0
	May 10		1	10	12	2			25	28.600	12.0
	May 14		4	6	11	2			23	28.478	17.8
	May 24		4	6	11	2			23	28.478	17.8
											89.6
	Total	2	14	57	64	8			145	28.428	91.5
Aonai	Apr. 15		4	13	3				20	27.950	7.0
	Apr. 20		5	11	3	2			21	28.095	16.0
	Apr. 25		2	10	5	2			19	28.368	12.5
	May 2		1	7	12				20	28.550	7.0
	May 27		4	10	6				20	28.100	9.8
											52.3
	Total		16	51	29	4			100	28.210	56.6
Suttsu	Apr. 25				4	3			7	29.428	1.7
	Apr. 27			8	17	22	1	2	50	29.440	42.4
	May 6		2	2	20	21	4		49	29.469	41.3
											85.4
	Total		2	10	41	46	5	2	106	29.453	85.5
Kutsugata and Oniwaki	May 4		2	12	29	4	2		49	28.837	30.7
	May 7		4	18	20	5	3		50	28.700	46.5
	May 9	1	2	19	25	2			49	28.510	26,3
	May 9		2	19	18	9	1		49	28.755	37.1
	May 20		4	11	23	12			50	28.860	38.1
	May 21			17	26	7			50	28.800	22.0
	May 21		3	15	27	5			50	28.680	26.9
	June 6			18	20	2			40	28.600	13.6
	June 6		6	12	13	2			33	28.333	23.4
											264.6
	Total	1	23	141	201	48	6		420	28.690	273.8

Table 4. Tests of significancy of mean dorsal fin ray counts between samples from Suttsu

Sample	n	d.f.	t
Apr. 25	7	55	0.983
Apr. 27	50	54	0.557
May 6	49	97	3.117**

** Significant for $p_{0.01}$

Differences between the samples collected on 27th. April, showing the lowest mean value, and those on 6th May, the highest one, are signifificant. However, those three samples may be considered together for the following procedure, since the lowest mean value, 50.400, of Suttsu samples is considerably larger than any mean value from Hakodate, and further-

more no significant differences have been recognized among samples from this area as regards the mean vertebral and anal fin ray counts.

The next procedure was to compare the mean values of these characters between and among the areas on the basis of the the data gathered in each area. F values for each of the vertebrae, dorsal fin rays and anal fin rays were 21.89, 46.31 and 47.67 respectively; they are highly significant. The comparisons of mean values by t-test, shown in Table 5, reveal recognizable differences between Hakodate and Suttsu in cases of both vertebrae and dorsal fin rays. In the case of anal fin rays, differences exist between areas for $P_{0.01}$ except in the comparison between Hakodate and Aonai, which shows significant differences for $P_{0.05}$.

Table 5. Tests of significancy of means of meristic characters between areas

1. Number of vertebrae

Sampling station	n	d.f.	t
Hakodate	145	249	4.762**
Suttsu	106		

2. Number of dorsal fin rays

Sampling station	n	d.f.	t
Hakodate	145	249	7.078**
Suttsu	106		

3. Number of anal fin rays

Sampling station	n	d.f.	t
Hakodate	145	243	2.196*
		249	9.569**
Aonai	100	563	3.429**
Snttsu	106	204	9.662**
Kutsugata and Oniwaki	420	518	5.681**
		524	8.593**

* Significant for $P_{0.05}$
** Significant for $P_{0.01}$

Discussion and Conclusion

Investigations on the seasonal movement of adult Atka fish in Hokkaido waters have been made by the Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory continuously, and much has been done for population analysis. On the basis of tagging experiments,[7] and studies of the length composition[7] and growth type of the fish,[8] it has been pointed out that there exist pretty distinct groups at the main spawning grounds, namely in the coastal areas of the Shiretoko peninsula, Rishiri and Rebun Islands and the coastal waters from the southwestern region of Hokkaido to about the west side of the entrance to Funka Bay. The fishes concentrate to the grounds at the spawning season and move somewhat dispersedly about the ground after the end of the season. On the other hand, only limited information is available about the migration or movement of immature fish and that has been an obstacle to analysis of the population of Atka fish.

In this paper is presented the author's examination of the various data on 1-year-old fish collected from the west coastal waters of Hokkaido. Data were classifified into two

groups on the basis of the seasonal increases of body length, one including the data of Hakodate and Aonai and the other those of Suttsu and Kutsugata-Oniwaki, though all specimens examined here were 1-year-old fish. The mean values of the scale diameter and the calculated body length at the time of the first ring formation differed among the areas. Furthermore the seasonal changes of the marginal increments of scales from the first ring represented different tendencies of increase as evidenced by the data from Hakodate and Aonai, Suttsu and Kutsugata-Oniwaki.

It is certain that the seasonal increase of body length represents the growth of the fish. Furthermore, the rings observed on scales are formed in winter season, a slow growing period for the fish; the values of scale diameter and calculated body length at the time of the ring formation from the data of the southern grounds, Hakodate, Aonai and Suttsu, are less than the values based on the data from the northern ground, Kutsugata-Oniwaki. Then, differences of growth seen among areas are probably due to some discrepancy of the time when the fishes start growing in early spring. One of the authors has estimated that the hatching season throughout the Hokkaido waters extends from January to April and that the high season of ring formation in the west coastal waters of Hokkaido is in January and February,[8] but the discrepancy of these seasons for more subdivided localities has not been studied sufficiently. Hence, it is not conceivable that the values of scale diameter and calculated body length at the ring formation time are fixed only by the rapid or slow growth, although they represent the growth of the first year of the fish within the period from hatching to formation of the first ring.

As regards the counts of vertebrae, dorsal fin rays and anal fin rays, the characteristic mean values were calculated for the data from each area. It may be suggested that the shoals examined here did not intermingle with each another during the life stages previous to that of "haru-hokke".

Judging from the above considerations, one may conclude that the Atka fish shoals caught in spring by means of drag net from all the west coastal waters of Hokkaido do not belong to a single population. Thus the northward movement of the fishing ground does not reflect the movement of the fish themselves, but is probably due to the fact that the local groups are caught from south to north in sequence as the season goes by.

More of the comparatively younger fishes, about 21 cm in body length, which are just in the life stage previous to "haru-hokke" have been called "rōsoku-hokke" commonly. They are caught in great quantity by the Danish seine from the north area in the west coastal waters of Hokkaido in winter. On the other hand, they are caught in small qnantity in the south area by line fishery prepared for adult Atka fish in the same season. Up to the present, it has been an open question whether the yield of "rōsoku-hokke" from the south ground is insignificant compared with that from the north, even supposing that a considerable population is there originally, owing to the fact that the operation of the

Danish seine fishery is entirely prohibited in the south area, or whether "haru-hokke" caught all over the west coastal area are supplied from the dense population of "rōsoku-hokke" which appears in the northern area, considering that the Danish seine ground for "rōsoku-hokke" moves southwards from the north-western area off of Wakkanai in January to the area off Ofuyu in March.

To solve the problem, it seems essential either to search for some unknown population of "rōsoku-hokke" in the south area or to make the tagging experiments for "rōsoku-hokke" appearing in the north area. At the same time, the characters examined here, such as the scale diameter at the ring formation time and the counts of vertebrae, dorsal fin rays and anal fin rays, must be useful indicators to assist in an analysis of the population of immature stages of the Atka fish.

Summary

By examination of the several characters of 1-year-old Atka fish, *Pleurogrammus azonus* JORDAN et METZ, the authors have considered the movement of the fish, based upon materials collected by drag net from the west coastal waters of Hokkaido in spring, 1956. The sampling stations were Hakodate, Aonai, Suttsu, Kutsugata and Oniwaki.

The results obtained here are summarized as follows:

1) Two groups, differing in growth type, are recognized on the basis of seasonal increases of body length. One group is based on data from Hakodate and Aonai and the other on those from Suttsu and Kutsugata-Oniwaki.

2) Differences are recognized among the values of the scale diameter and the calculated body length at the time of the first ring formation from various areas.

3) The seasonal changes of the marginal increments of scales from the first ring represent the different tendencies of increase as shown by the data from Hakodate and Aonai, Suttsu and Kutsugata-Oniwaki.

4) As to the counts of vertebrae, dorsal fin rays and anal fin rays, there are obvious differences among the areas.

5) From the above results, it may be deduced that the shoals of "haru-hokke" appearing in various areas do not belong to a single population and therefore the northward movement of the drag net fishing ground with the lapse of days, from April to June, in the west coastal waters of Hokkaido does not reflect any migratory movement of the fish.

Peferences

1) Tsujisaki, H. & Ishigaki, T. (1957). Studies on "Hokke", *P. azonus* JORDAN et METZ. (V). The stage of development and its habit. *Jour. Hokkaido Fish. Exper. Stat.* 14 (12), 8-9.

2) Ishigaki, T. & Nakamichi, K. (1958). Ditto (VI). Behaviour, feeding habit and environmental condition. *Ibid.* 15 (1), 4-13.

3) Motoda, S. & Sato, S. (1949). The food of the spring Atka-fish (*Pleurogrammus azonus*) with

its hydrographic bearing. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 15 (7), 344-346.

4) Report of the survey of fisheries resources from the Hokkaido Regional Fisherheries Research Laboratory (1954). (9) 29.

5) *Ibid.* (1957). (14), 37.

6) Hokkaido Fisheries Experimetal Station (1953). "Hokke-to-sono-Gyogyō". 21-22, 49-82.

7) Tsujisaki, H. & Kanbara, H. (1958). Studies on "Hokke", *P. azonus* JORDAN et METZ. (VII). Migration. *Jour. Hokkaido Fish. Exper. Stat.* 15 (2), 3-18.

8) Kyushin, K. (1959). On the age of "Hokke". *P. azonus* JORDAN et METZ, by scale. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 10, (1), 1-14.

水中に於ける Air Screen に関する研究

I Air Screen に対する魚群行動の予備的観察

小林喜一郎・五十嵐脩蔵・安孫子勇治・林　浩司
（北海道大学水産学部水産機械学教室）

Studies on Air Screen in Water

1. Preliminary observation of behaviour of a fish school in relation to an air screen

Kiichiro KOBAYASHI, Shuzo IGARASHI, Yuji ABIKO and Koji HAYASHI

Abstract

It is an interesting mater to set a curtain of air bubbles in water for turning the course of a school of fish and shunting them into a waiting trap. The success free use of this device will not only enable economizing on materials used now for nets but also have advantages for fishing in such a rapid tidal current that it is impossible to set an ordinary net.

The authors began the work in the laboratory with observation of fish school's behaviour to the air screen in water. Perforated pipes, 10–15mm dia., were set in a tank, and air was pumped into the pipes by the compressor; air bubbles spouted out through the holes to make a white curtain.

Various type air curtains were produced by changing diameter of holes, intervals of holes and air pressures. The fishes used were about 30 individuals of "Medaka", *Oryzias latipes* (*Temminck et Schlegel*), of average 3cm total body length and 37 individuals of "Funa", *Carassius carassius* (*Linnaeus*), of average 9.5 cm total body length. The experimental tank was of wood painted white inside. It is shown in Fig. 6, Fig. 9 and Fig. 10

The results of these observations proved that

1. An air screen has considerably intercepting effect.
2. When the fish school was enclosed in too small area formed by air screen, the intercepting effect of curtain was diminished by energetic circulation of water caused by rising up of air bubbles inside the air screen.
3. A school of fish has a similar comparative behaviour to both an air curtain and an ordinary conductive net, for instance, the intervals of holes in the pipe corresponded generally to the mesh size of the ordinary conductive net and it seemed that using the air screen as a conductive net, the intercepting effect of the air screen is nearly equal to that of the ordinary conductive net.

ま え が き

Air screen がビルディングの入口扉の代りに使われた事は興味ある応用であるが，九州大学応用力学研究所が実施した，港の入口に air bubble を放出して防波堤の役目をさせた研究[1]もまた興味深い。これを漁業に応用した例としては，TIME*によれば，"Herring herding" と題して，ポリエチレンのパイプに小孔をあけ，気泡を放出して水中に air screen をはり，鰊の進路を変え trap に誘導してこれを漁獲したと報じている。我が国においては，江波** や小倉*** が，空気泡に対する魚群の行動を観察している。著者等もまたこの air screen を漁業に応用する目的をもつて，先ず実験室内において air bubble に対する魚の行動を観察した。

---

*TIME February 2, 1959

**江波澄雄　九大水産，気泡網に関する研究，日本水産学会九州支部第2回例会講演

***小倉通男・今村豊　東京水大，気泡幕の驅集効果について。昭和34年日水水産学会年会講演

実 験 経 過

I 試料　メダカ *Oryzias latipes* (*Temminck et Schlegel*)

a）方法　その一

長さ 1050mm，巾520mm の水槽中に約 265mmの深さまで水を入れ，直径 1 mmの小孔を穿つた外径10mm 内径 8 mm の銅パイプを水底に Fig. 1に示す如くセットし，A区にメダカを20尾はなち，air screen に対して如何なる行動をとるかを観察し，単位時間（5分）毎にA区とB区にいるメダカの尾数を数えて，air screen の遮断効果を測定した。Table 1及び Table 2は，それぞれ小孔の間隔が50mm 及び25mm の場合の air screen を通過する尾数の観察結果である。メダカと網地の遮断効果については，落合・浅野[2] が報告している。使用したメダカは体長約30mm，体高約5mm，実験中の水温は 13°C，使用した compressor の圧力は0.25～0.3kg/cm²，1つの小孔から放出する空気量は約 1～1.5 *l*/min である。

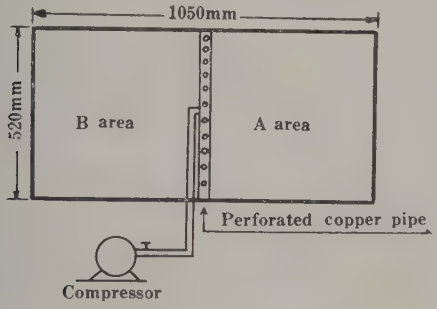


Fig. 1. Schematic figure of experiment

Table 1. Values of intercepting effect (hole interval : 50cm)
n_A: Number of fish in A area
N : Total number of fish: 20 individuals

Time (min)	n_A	n_A/N (%)
5	18	90
10	12	60
15	15	75
20	12	60
25	18	90
30	12	60

Table 2. Values of intercepting effect (hole interval : 25cm)
n_A : Number of fish in A area
N : Total number of fish: 17 individuals

Time (min)	n_A	n_A/N (%)
5	14	82.4
10	16	94.1
15	13	76.5
20	15	88.2
25	13	76.5
30	15	88.2

b）観察　その一

air compresser よりパイプに空気を送ると，1つの小孔から出る空気泡は一つ一つ独立した一定の球形にはならないで，大小さまざまの不規則な形をいしている。これは錐で穿けた孔が平滑でないためである。そしてユラユラとゆれながら浮上するに従つて容積が膨脹し，Fig. 2に示す如き screen を作る。而して或る高さ h まで浮上すると，隣接した小孔から出る気泡と混り合つて，それより上方は一面気泡の壁を作る。この様な h と小孔の間隔 *l* との関係を求めてみると，Fig. 3 の如くなる。一方この様な気泡の浮上は当然周囲の水の上昇を伴うので，水槽内には Fig. 4 に示す如き水の循環を生ずる。

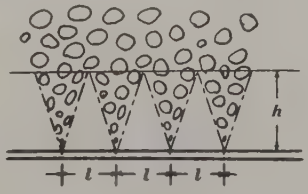


Fig. 2. A movement of air screen near pipe
l : Hole interval
h: Height from pipe up to point mixing of air bubbles spouted from neighboring holes

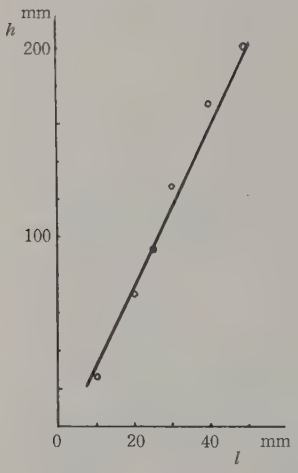


Fig. 3. Relation between l and h: Pressure of compressor : 0.25 kg/cm² Water depth : 40 cm

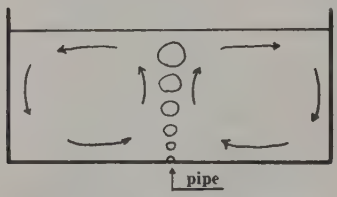


Fig. 4. Circuration of water caused by rising up of air bubbles

以上の様な状況のもとに於てメダカの行動を観察するとメダカ群は通常水底近くにあり，流れに頭部を向け，從つて気泡には尾部を向けて泳いでいる。尾部が気泡近くなると，水の浮上と共に浮び上つたり，気泡から逃避する如く急に前進したりするが，中にはパイプの直上，小孔と小孔との間の気泡の無い隙間から反対側に抜け出すのもある。しかし air screen の中を横切るものは全くない。

この観察結果から，メダカは視覚により空気泡の存在を知り気泡によつて生ずる水の流れを知覚し，また空気泡と水との接触感覚の相異等によつてこの air screen より逃避する事が認められた。

なおパイプの直上を通過するメダカは上述の如く50mm間隔の場合が，25mm 間隔の場合に比して2倍近くなつている事よりみて，水底近くにおいても完全に air screen をはる事がより有効であることが想像されるが，この小孔を連続して設ける事は空気の消費量からしても不可能であるから，この小孔間隔を

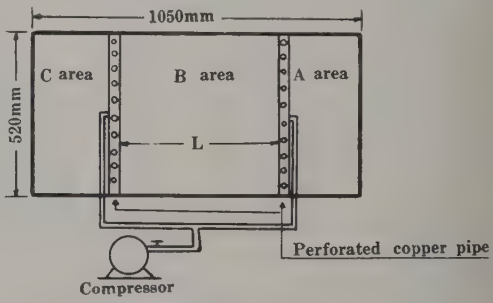


Fig. 5. Schematic figure of experiment

どの程度までおさえ得るかを知る事もまた研究目的の一つである。

c) 方法 その二

メダカに対しては小孔間隔 25mm が有効の様に思われたので更にこのパイプを2本準備し，Fig. 5 の如くセットして air screen を作つたのち，B区にメダカ30尾を放ち，5分後及び10分後にA，C区にいるメダカ

Table 3. Values of intercepting effect
n_A: Number of fish in A area
n_C: Number of fish in C area
N : Total number of fish : 30 individuals

Ⅰ. L=70cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	3	2	83.3
10	1	1	93.3

Ⅱ. L=50cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	5	3	73.3
10	3	4	76.6

Ⅲ. L=40cm

Time (min)	n_A	n_C	$N-(n_A+n_C)/N$ (%)
5	16	10	13.3

の尾数によりair screenの遮断効果を観察した。尚この場合2本のパイプの間隔Lを700mm.500mm.400mmの3通りについて実験した。その結果はTable 3に示す如くである。

d）観察　その二

2本のパイプによりair screenを作ると水の循環流が強くなり，殊にパイプの間隔が狭くなるとB区の水流は非常に乱れ，弱つたメダカは吹き上げられて，A，C区に流れ出るものが多くなつた。

水底近く泳いでいるメダカは気泡に近づく迄は頭部をその方に向けているが，気泡に接するとすぐ頭部を反対に向けて泳ぎ去ろうとする。しかし流れが速いとそのまま浮び上り，一部はB区に戻り，一部はA，C区に流される。又メダカの小群は気泡に近づくと，孔と孔との間，即ち前述のh部分を通り抜けるものもあり，1尾が通りぬけると2，3尾が追従して通り抜ける。しかしair screenの中や上層を自ら泳ぎ抜けるものは見られない。結果からみてB区の間隔が狭いほど遮断効果は少ないことが分るが，これはB区が狭くなつて，両側からair screenが近づくとB区のメダカは身の危険を感じて積極的に逃げ出さんとする傾向が強くなるのと，循環水流が強くなるために押し流されるメダカも出てくるためである。

以上のことよりair screenの包囲面積が或る値以下になれば遮断効果は著しく低下する事が考えられる。

II　試料　フナ　*Carassius crassius* (*Linnaeus*)

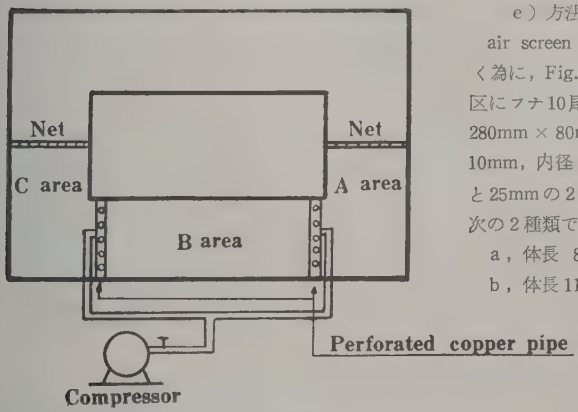


Fig. 6. Schematic figure of experiment

e）方法　その二

air screenによる循環水流の影響を出来るだけ除く為に，Fig. 6に示す如く水槽の一部を区切り，B区にフナ10尾を放つて観察した。B区の大きさは280mm × 80mm である。パイプは前記と同様外径10mm，内径8 mm，小孔1.1mm，その間隔は50mmと25mmの2種について実験した。使用したフナは次の2種類である。（数値は概略の平均値）

a，体長 80mm 体高 30mm 体巾 20mm　10尾

b，体長 110mm 体高 40mm 体巾 30mm　10尾

尚パイプの外側のネットは，魚が外に逃げ出さぬ為のものである。また小孔1ヶ所よりの消費空気量は約 1.5～2 *l*/min である。

f）観察　その三

小孔間隔25mmパイプ　a群：30分放置するもair screenを越える魚なし。

b群：30分放置するもair screenを越える魚なし。

小孔間隔50mmパイプ　a群：5分間に1尾の割合でA，C区に移る。

b群：5分間に2尾の割合でA，C区に移る。

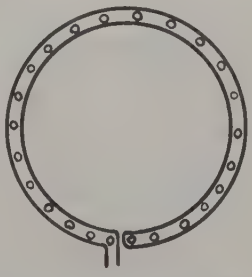


Fig. 7. Perforated circular copper pipe

次に，魚群を威嚇してair screen側に追いやつた場合について観察した。威嚇の方法としては，B区の一方のパイプ側より片手を入れ，約10 cm/sec の速さで他のパイプ側へ動かしたもので，この場合にはa群b群共魚の一部はair screenを通過するが，大部分はair screenより反転して水槽の壁づたいに泳ぎ，元に

戻つた。

g）方法　その四

周囲を air screen でかこまれた場合の魚群の行動について，Fig. 7 に示す如き円形銅管を用いて観察した。魚はb群のフナで，小孔直径 1.1mm，間隔 25mm，小孔 1 ケよりの空気消費量は約1.5～2 *l*/min，水深 250mm，水温 11°C である。実験は直径 500mm及び 300mmとについて，管を静置した場合と管を移動した場合とを行いこれについて観察した。

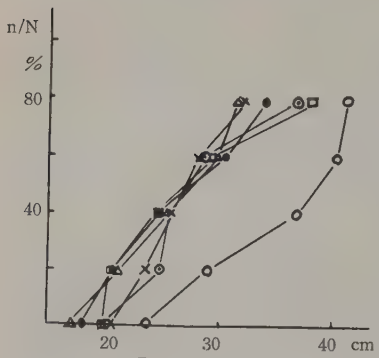


Fig. 8. Relation between n/N % (intercepting effect) and diameter of circleusingvarious hole intervals in rubber hose
n : Number of fish in circles
N: Total number of fish: 5 individuals

○—○—○ Hole interval : 10mm
×—×—× 〃 : 20mm
●—●—● 〃 : 25mm
△—△—△ 〃 : 30mm
□—□—□ 〃 : 40mm
⦿—⦿—⦿ 〃 : 50mm

h）観察　その四

（1）管径300mmの場合

魚体に比して管径が小さかつた為，魚は非常に不安定で，また管内の水流も極めて強かつたため，30分間に約50%が逃げ去つた。

管を移動した場合には50～60%以上が逃げ去つた。

（2）管径500mmの場合

静止時で約40%，移動時で約50%が逃げたが，この観察は数値的には確実ではなく，非常に不安定である。いずれの場合でも管を移動せしめると，air screen を通過する率は大きくなつている。

i）方法　その五

銅管の代りにゴム管を用いて air bubble を放出しながら管径を縮められる如くして，円内の魚群の行動を観察した。

小孔の隔は 10，20，25，30，40，50mmの 6 種，ゴム管の外径 11mm，内径 6 mm，円径を縮めてゆく速さは 6 ～10cm /sec 程度である。使用魚は体長 80～100 mm，体高 30～40 mm，体巾 20～30mm のフナ 5 尾，1 ケの小孔よりの空気量約1.5～2 *l*/min，水温 11°C である。

j）観察　その五

観察の結果は，いずれも管径を縮めていくと逃げる尾数も多くなつてゆき，遮断効果が悪くなる様である。その結果を Fig. 8 に示した。

この結果からみると，小孔間隔10mmの如く非常に密にair screen を出した場合には，かえつて多くの魚が逃げて遮断効果が悪くなり，その他の場合には略々同様の結果であるが，中でも小孔間隔 25mm のパイプが最も遮断効果が大きいように思われる。これは小孔の数が多くなると気泡間隔が狭くなり air bubble が数多く出るため水流が強くなり，魚は表層まで浮び上り，魚体をやや横にして泡の上を越す場合がしばしば見られるからであろう。40mmや50mmになるとパイプのすぐ上の air bubble のない隙間をくぐるものが出てくるためであり，25mm はこの魚体が通りぬけ難い隙間の大きさであると思われる。

この事は神田[3]，岡[4]などが網目について報告している。

k）方法　その六

これ迄の観察により air screen は相当に遮断効果がある事が分つたので，これを定置網の垣網の代りに使用する事の可能性について，実験室において模型によつて観察した。

使用した水槽は，長さ 1500mm，巾 1150mm，深さ 300mm の短型で，これに Fig. 9，Fig.10 に示す如く模型の定置網を設置し，且つ水槽を 2～3° 傾けて網側を深くした。

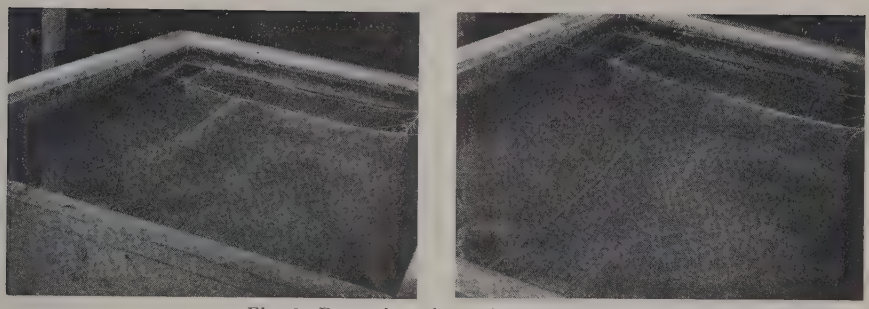


Fig. 9. Front view of experimental tank
Left: Amilan net used as conductive net
Right: Air screen used in place of conductive net

垣網としてアミランの薄緑色，太さ 210D，No.16，網目の大きさ，10，20，30，40，50mmの5種，また air screen として小孔間隔，10，20，30，40，50mmの5種を用いて比較試験を実施した。air screen に使用したパイプは外径 15mm，内径 11mmの耐圧ゴム管，小孔直径 2 mm，compressorの圧力は0.2～0.3kg/cm²

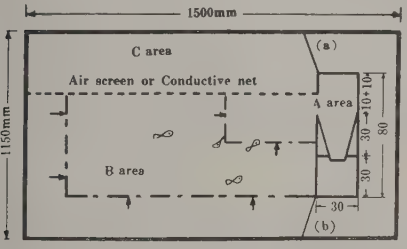


Fig. 10. Schematic figure of experimental tank
(a) and (b) were shut

小孔1ヶよりの空気消費量は約 3～4 *l*/min。使用した魚はフナ37尾，魚体の大きさはまちまちである。垣網の色彩については多くの研究[5)6)]があるが，この実験では上述の薄緑色を採用した。

最初Fig.10で示したB区にフナを放し矢印の方向より板にて魚群を追つた。追う速度は10cm/sec程度である。而してA，B，C区に入つた魚を数え，これを10回繰り返してその平均をとり，垣網の場合と air screen の場合とについて比較した。

1）観察　その六

出来るだけ同じ条件のもとに垣網と air screen とについて実験を繰返し，その平均値をプロットすると，Fig.11，Fig.12の如くなる。これらの図では得られた点を直線で結んだが，実際はもつと滑らかな曲線になると思われる。ここにFig.11は各A，B，C区に入つ

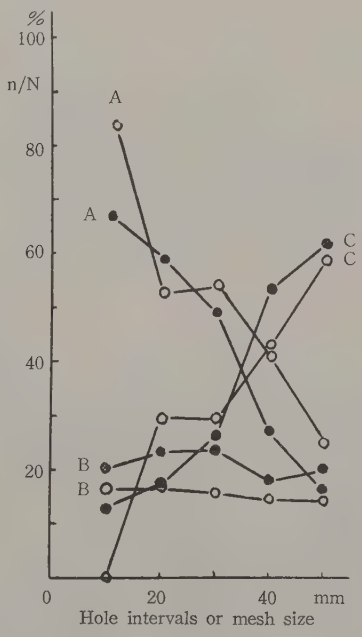


Fig. 11. Relation between hole intervals or mesh size and n/N %
n: Number of fish in each area
N: Total number or fish: 37 individuals
●—●—● : Air screen
○—○—○ : Conductive net

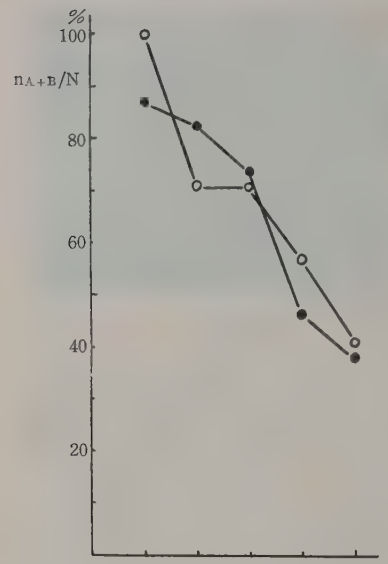


Fig. 12. Relation between hole intervals or mesh size and n_{A+B}/N % (intercepting effect)
n_{A+B}: Number of fish in A and B areas
N :Total number of fish: 37 individuals
●—●—● : Air screen
○—○—○ : Conductive net

た魚の数と全数との比を%で示し，Fig. 12 はA及びB区にいる魚の数と全数との比を%で示したものである。

使用したフナの魚体の大きさは種々であるが，網目の大きさ 10mm の網が 100 % の遮断効果がある事より，魚体の大きさはそれ以上のものである事が分る。網目の大きさ及び小孔の間隔が 20mm，30mm の場合は，むしろ air screen の方が遮断効果が大の如く観察された。

考 察

以上の諸実験はすべて室内において小規模に行われ試料として用いた魚も少数のメダカ，フナの二種のみであり，実験途上においても，魚の生態的な注意が充分払われていたとは云い難いので，得られた結果もまた量的には心ずしも信頼すべき数値ではないが，air screen が魚の通過を阻止，或は妨害する作用を有している事は明らかであると云い得る。

今後は air screen の基礎量（圧力，空気量，孔の寸法，パイプの長さ，水深等），流れある場合の効果，及び実用価値等につき研究を進めたい。

文 献

1）九州大学応用力学研究所水文学研究委員会(1954) 空気防波堤の研究について．応用力学研究所所報 (5)，17—41.
——————————(1955)． 同上 II． 同上 (7)， 1—25.
——————————(1956)． 同上 III． 同上 (9)，25—33.
——————————(1956)． 同上 IV． 同上 (9)，35—57.
——————————(1959)． 同上 V． 同上(12)，39—59.
2）落合・浅野 (1955)．メダカ群集の大きさと網地の遮断効果について．日水誌 21 (3)，154—158.
3）神田 (1953)．網地の縮結と魚群の網目の通過について—I．日水誌 18 (8)，365—372.
—— (1953)． 同上 —II．同上 19 (5)，643—647.
4）岡 (1948)．魚群の網目の通過に関する一実験．日水誌 13 (5)，203—206.
5）桧山 (1957)．彩色した沈埋網の効果について．日水誌 22 (10)，598—601.
6）神田・小池 (1958)．漁網の色に関する研究—I．日水誌 23 (10)，612—616.
・ ・小倉 (1958)． 同上 —II．同上 ，617—620.
・ ・ (1958)． 同上 —III．同上 ，621—624.

ソヴェト社会主義共和国連邦の領水制度について

鈴　木　　旭
（北海道大学水産学部水産経営学教室）

The Territorial Waters in the USSR

Akira SUZUKI

Abstract

This paper describes the concept of "territorial waters" as held in the USSR and the laws governing those waters of the USSR. The material is treated under the following heading:

I. The concept of "territorial waters" in the international law of the USSR.
  1) The legal chracter of territorial waters.
  2) The extent of territorial waters.
  3) The base points for reckoning the measurement of territorial waters.

II. The regulations of "territorial waters" in the laws and international treaties of the USSR.
  1) Terms employed in relation to the territorial waters.
  2) Laws governing the territorial water.
  3) Dellimitation and measurement of the territorial waters.

Generally speaking, the regulation of the territorial waters in the USSR may be summarized as follows:

1) The territorial waters exist under the sovereignity of the USSR as territory.
2) The extent of those waters covers 12 miles from the lowest tide line, unless there are special exceptions under the international treaties of the USSR.

はしがき

我が国の遠洋漁業には，周知のように，北太平洋の母船式サケマスカニ漁業，南氷洋，北洋の母船式捕鯨業，太平洋，印度洋等のカツヲマグロ漁業，東海，黄海，南シナ海のトロール機船底曳網漁業等が主要なものとしてあげられているが，これらの遠洋漁業は，近年，停滞，或は減少傾向を示している沿岸，沖合漁業とは対蹠的に，漁獲量は，昭和28年の505819トンから，同32年の919327トンへと増加しており，又，各年度の総漁獲量に占める比率も，昭和27年には11.1%であつたものが，同32年には17%となつて，我が国の水産業に於て占める地位は一層重要なものとなりつゝある。[1)]

だが，これらの遠洋漁業は，広く公海を操業区域としているが，諸外国の近海に於ても操業する結果，最近では諸外国の漁業政策によつて大きな影響を蒙ることになつている。例えば，第二次世界戦争以後，例のトルーマン宣言（1945年9月28日）が現れて以来，自国の領水に接続する広大な海域を自国漁業の為に確保しようとする主張は，メキシコ，アルゼンチン，チリー等の中南米諸国によつてもなされ，特に，李ラインにからむ漁場紛争は，後を断たないばかりか，一層険悪な様相を呈している。

これらのことは，海洋に対する，特に，漁業に対する各国の関心が，戦後急速に高まつたことを示すと共に，これらのことは，海洋利用に関する国際的な規範が早急に確立されねばならぬことをも示しているのである。勿論，このような試みは，既に1930年の国際連盟によるハーグ国際法編纂会議以来，1956年のジュネ

ーブ国連国際法委員会に至るまで，数多くの国際会議によつて続けられてきたのであるが，不幸にして，何れも充分な解決をみるにいたつていない。

従つて，国際的海洋をその活躍舞台としている我が国の遠洋漁業は，差当り，国際条約，或は国内諸法規による規則を遵守することは勿論ながら，諸外国の法令，或は諸規制措置を充分考慮することも必要となつている。もとより，我々は，諸外国における慣行，或は規制措置が，直ちに国際法上妥当な原則として認められるものとはみなしていないが，海洋の国際的平和利用の規範を確立しようと望む限り，諸外国の慣行を充分検討することは有意義なことゝ考えられる。

本稿は，北洋漁業をはじめ北海道北方海域の漁業において，特に深い関係をもつソヴェト連邦の領水制度について纒めたものであるが，こゝでは，ソヴェト連邦の領水はどのようなものとして考えられ，且，法律的には如何なる内容をもつものであるかということについて述べた心算りである。

本稿を纒めるにあたり，領水問題に関係するソヴェトの文献，資料には充分あたることができなかつたがこの為，多くの点でA・H・ニコラエフの著作，「国際法における領水問題」（Проблема территориальных вод в международном праве.）を参考にした。又，巻末の附録．領水に関係するソヴェト法令，並に条約は上記著作に掲載されたものの中，現在効力をもつている法令，条約を選出したものであることを附記し併せてA・H・ニコラエフ氏に謝意を表する次第である。

I　ソヴェト国際法学における領水の概念

1　領水の法的地位

今日の国際法学では，領水を沿岸国の主権の下に従属するもの，或は，沿岸国の国家領域の一部分とみなす説と，単に，いくらかの管轄権が行使される場に過ぎないとする説がある。だが，この領水の法的地位に関する支配的な見解は，今日では，前者のものと云いうるだろう。この種の見解は，例えば，「国家領域は領海と称せられる海域を含む」とした，1952年の領海制度に関する「フランソア報告」[2]及び，「国家主権は当該国の沿岸に近接し，領海として叙述された海帯に及ぶ」[3]と規定した，1956年の国連国際法委員会の「海洋法」等にも示されているのである。

ソヴェト国際法学も，この問題については，領水を沿岸国の国家領域とする前者の見解に統一されているようであつて，我々の入手した文献も，概ね，この見解と一致している。

例えば，B・H・ドルドネルフスキー教授は，この点について，「領水（領海，沿岸海）は国家の沿岸にあり，且，その国の主権下にある一定の巾をもつ海域である。……領水は国家領域の一部分であり，沿岸国の主権に従属する」[4]と述べている。又，B・N・リソフスキーは，「岸から一定の距離において沿岸国の岸に接し，その国の主権の下にある海域は領水と名付けられる」[5]としている。この種の統一的見解を示すものとして考えられるものに，ソヴェト法学会の代表者等によつて，執筆，編集された法律学辞典の見解があるが，これには，「領水は沿岸国の海岸，或は，内水面の外縁に拡がり，その国の主権下にあり，且，その国の国家領域の一部分を構成している，一定の巾をもつ海域である」[3]と述べられている。

もしも沿岸国が自国の領水に対して主権をもつならば，或は，領水が沿岸国の国家領域の一部分であるとするならば，沿岸国は，その水域内の諸資源に対し，独占的権利をもつことは勿論のこと，他のあらゆる権利をも排他的に行使しうることは疑問の余地がないところである。この点については，ソヴェト国際法学も，「領水において沿岸国は，その国の主権に由来する任意の権利を行使することができる」[7]。「国家はその主権に基き，領水内にあり，且，活動しているものに対し，その国の法律，裁判権，及び指令に服従させることができる」ものとみなしている。たゞこの場合，領水に対し行使する沿岸国の主権は，「国際条約，或は諸国家によつて承認された国際慣習に基く場合のみ制限され得る」ものとしている。[9]

こゝに云う「諸国家によつて承認された国際慣習」とは，領水中を通航する外国船舶に与えられる「平和航行権」（Право мирного проход 一般には無害航行権）のことである。この「平和航行権」について，

多くの国際法の著作には，領水内の主権は，外国商船，軍艦の，無害航行権によつて制限されていることが述べられており，これに基いて，外国船舶は，商船のみならず軍艦も予告なしに，領水を通航することができるものとしている。

だが，ソヴェト国際法学では，「平和航行権」は，一般商船のみに適用されるものであつて，外国軍艦はこれを享受できないことが強調されている。即ち，「平和航行権」を外国軍艦にも与えることは，「侵略的国に対し，「平和航行権」を口実に，国家の主権を侵害し，沿岸国に対し敵対的行為をしかける可能性を与えることになるので，沿岸国は，その国の主権に基き，自国の安全保障の目的をもつて，自国の領水内への外国軍艦の立入許可規準を制定しなければならない」[10]としている。

又，一般船舶に対してゝも，その通航が無害であり，且，その通航が航海慣習から国際航路と認定される場合には「平和航行権」は認められるが，その船舶の通航が，たとえ無害なものであつても，それが国際航路とみなしえない場合は，当該国は，その通航を禁止し得るものとしている。[11]

上述の如く，ソヴェト国際法学では，領水は国家領域の一部分であり，従つて，この海域には陸上領土と同じく，排他的な諸権利を行使しうるものとしているが，同時に，これらの諸権利は，国際条約，或は，広く承認された国際慣習による場合は制限されうるものとしている。これらのことは，どのように理解されるであろうか。それは，結局のところ，国家主権についての次のようなソヴェト国際法学の見地が反映されているものと考えられる。

国際法を支える基本理念が，国際間の平和維持にあることは云う迄もないが，ソヴェト国際法学は，現代の二大陣営が対立する国際社会に於ても，両体制間の，即ち，社会主義体制と資本主義体制間の平和的共存と国際的協力関係の発展は可能であるとするレーニン主義の命題に基いている。そて又，ソヴェト国際法学は，この平和的共存と協力関係の発展は，社会経済体制の差異にかゝわりなく，国際社会で広く承認された諸原則，即ち，民族自決，主権平等，そして，内政不干渉等の民主的な諸原則が遵守される条件の下でのみ維持されるものとしている。[12] このことから，ソヴェト国際法学では，国家主権の厳格な擁護が強調されているが，これと共に，この主権は，国際間の相互扶助と，協力関係を発展させる上で必要とされるときは，一定の規準と部分において，制限されるものとみなされている。[13]

それ故，以上の如きソヴェト国際法学の原則的な観点を領水問題に類推すると，領水は主権に従属し，且その国の領域とされるものであつても，国際間の相互扶助と，協力関係を発展させる上において，領水の国際的利用が望まれる場合には，領水に対するその国の主権をも部分的に制限し得るものと解することができよう。

又，上述の如き，国際的協力関係の発展に奉仕するものとは考えられない外国軍艦の領水内の通航，及び国際航路と認定し難い海域における一般船舶の通航に対し，制限を加えようとする見解も，以上のような，ソヴェト国際法学の立場からは当然のことのように考えられる。

2　領水の巾

領水の巾は，今日，きわめて常識的に3マイルと考えられているが，これは国際法上確立された原則でもなければ，国際慣習として普く諸国家によつて承認されているものでもない。確に3マイル主義をとる国は過去，現在を通じて，多数存在するが，国によつては，4マイル，6マイル，9マイル，12マイル等を採用しており，サルヴアドルの如きは，自国の領水として200マイルを宣言しているものもあつて，各国の慣行は極めて多様である。それ故，国際法上，領水の巾を統一的に制定しようとする試みは，この事実を反映して，最も困難な問題となつており，この間の事情は，度重なる国際法編纂の試みが何れもこの問題によつて不成功に終つていることにも示されているのである。

3マイル主義は，今日では最も有力なものであつて，イギリス，日本，アメリカ等の海洋国によつて支持され，且，これらの国が，国際法上，最も妥当な原則として統一的に制定することを主張してきたものであ

る。この論拠としては，例えば，1930年のハーグ国際法編纂会議のイギリス代表は，公海自由の原則は国際社会に於て広く承認された原則であり，「3マイル領域は，自由な航海の為に最も好ましい限界である」こと，領海3マイル主義は，「活躍している世界の船舶総トン数の約30%を占有する諸国によつて，既に実行され，且，賛成されている国際的な原則である」[14]と述べている。

これに対してソヴェト国際法学は，領水の巾を統一的に定めた国際法上の規定は存在しないこと，国際慣習に於ては，領水の巾が，沿岸国自身により，その国の経済上，国防上の諸利益の考慮の下に3マイル～12マイルの範囲内で定められていることを指摘し，「領水の範囲に関する問題は，沿岸国の排他的な権利に属し，その国の経済と国防上の必要に応じ，同時に国際的海上航行の重要性を考慮して，その国によつて決定される」[15]ものとしている。

ソヴェト国際法学のこの原則的な考え方は，既に1930年のハーグ国際会議におけるソヴェトオヴザーバーの発言にも示されている。此の点に関して，彼は，「もしも現代の実証的国際法の内容（состояние）を，それが諸国家の法令，条約，及び外交文書中に現れているものとして，そのまゝ採用するならば，所謂，領水，特別水域における沿岸の権利の及ぶ範囲についての見解では，著しい相異を容認しなければならない。これらの権利の行使は，総ての点で，或は若干の点で，3，4，6，10，或は12マイルの範囲内で容認される。或るものによつて主張され，或るものによつて反駁される歴史的，理論的根拠は，これらの事実と，国家にとつて自国の何らかの必要を保障する為の現実的，且，緊急な必要性に対し反対することはできない」[16]と述べている。これによつてソヴェトオヴザーバーは，国際法の一般的な規準として，領水の巾を画一的に定めたものはないこと，従つて，この問題については，現存する諸国家の慣行を考慮しなければならず，又，これら水域における沿岸の必要性を度外視し得ないことを指摘している。

一方，3マイル主義に対するソヴェト国際法学の批判は，極めて厳しいものであるが，例えば，A・H・ニコラエフは，前述の3マイルを主張したイギリス代表の発言に対して，世界各国の船舶所有トン数によつて3マイル主義の普遍性を説く見解は，領水の巾を定めるにあたつては，最も強力な海洋船隊をもつている諸国，即ち，米英がそれを決定しなければならないということを示すものであつて，領水について最も重大な関心を持つている沿岸国の諸利益を全く無視したものであることを指摘し，更に続けて，3マイル主義を主張する英米，及びその他の帝国主義的海洋国は，まるで海洋自由の原則を擁護するかの如くにみせかけて実は，これら帝国主義的海洋諸国の拡張政策，即ち，外国沿岸における海洋資源の掠奪，軍事的偵察，排発，威嚇等の敵対活動の口実を構えようとするものであるとしている[17]

ソヴェト領水は，周知の如く，12マイルとされているが，これは以上述べたソヴェト国際法学の見地からも明らかなように，ソヴェト連邦自身の国民経済と国防上の要請によつて決定されたものである。然るに，このソヴェトの12マイルの領水に対し，「ソ連の国内法規には領海の範囲に関し，その主張を具体化した規定は見当らないし，ソ連国際法学者の国際法に関する著書にも，領海の範囲を明らかにしたものは見当らない。このことは領海の範囲を規定することによつて生ずるであろう紛争を回避し，その結果，招来される諸外国の圧迫を未然に防止しようとしたものと一般にみられている」[18]と説くものがある。

このうち，国内法規についてふれた点は後に述べるので，ここでは，それらが全く事実に相異することを指摘するに止めるが，ソヴェト国際法学者云々として述べられていることについて若干とりあげることにしよう。

確に，引用文に示されている如く，ソヴェト国際法学の著書には，領水の巾は何マイルとすべしという規定は述べられていない。だが，このことは，引用文の著者のように，直ちに，故意に不明確にしているものだとは断定できない。ソヴェト国際法学では，領水の巾を決定するのは沿岸国自身であつて，夫々の国が自国の経済上，軍事上の諸利益に基いて決定すべきであるという見解をとつているのであるから，画一的に何マイルと定めうる筈がない。ソヴェト国際法学がこの問題について述べていることは，上述の如く原則的な考え方である。従つて，ソヴェト領水の12マイルにしても，これは，ソ連邦の立法機関が，自国の経済上，

軍事上の諸要請によつて定めたものである限り，ソヴェト国際法学の観点とは完全に一致しているものであり故意に不明確にしているとは理解出来ない。事実，我々が知りえたこの問題に関する著書には，上述の観点が示され，同時に，ソヴェト領水は12マイルと定められていることが述べられている。又，引用文が述べている不明確さの原因としてあげている「領海の範囲を規定することによつて生ずるであろう紛争回避云々」は，ソヴェト国際法と，現実の国際社会におけるソ連邦の位置を無視した謬見といいうるだろう。

3　領水の起算点

領水の巾を測定するに際して，その起算点を海岸の最大干潮線に求める方法は，世界各国においても，広く採用されているものであるが，これと共に，ノールウェ等の如く，極端に入込んだ断崖と暗礁によつて海岸線が形成されている国では，大陸，島嶼，断崖上の一定の点に引かれた基本線から測定される，所謂，基本直線法（The stright base-line method）が採用されている。

ソヴェト国際法学は，この問題に関しても，巾の問題と同じく，国際法として単一の基準を制定することには反対しており，この問題の決定は沿岸国の権限に属するものとしている。たゞこの場合，普通の海岸線を持つところでは，最大干潮線から測定することを支持しており，特に，前述のスカンジナビヤ半島の如き特殊な海岸線をもつところでは，それに応じた起算点を定めてもよいものとしている。[19]

領水測定の起算点が沿岸国に属するということの当然の結果として，種々の起算点が考えられるが，これについて，H・A・ニコラエフは，上述の2方法の外に，「1951年5月29日付のプリアムール県管内の漁業規則」で採用されている沿岸の定着氷縁をあげており，これは，海岸線が周年氷にとざされている海岸では今後においても充分採用され得るものとしている。[20]

領水の起算点としては，海岸線における場合の外，所謂，内水に接触する領水の起算点を何処におくかという問題がある。これは，一般には内水の外縁とされており，ソヴェト国際法学においても，これを支持している。しかし，内水の外縁を定める方法には，種々のものがあつて，国際法上確立された規準が存在せずこれ又，論争の多い問題となつている。これについては項を改めて述べることとしよう。

4　内　湾

内湾における沿岸国の領域を定める問題も，領水の巾と同じく，国際法上統一された規準はなく，世界各国の慣行や，多くの国際法学者の見解も様々なものがある。これらの中，今日最も有力な見解は，所謂，10マイル原則であるが，これは，沿岸が一国のみに所属する湾の領水帯は，湾口を通る直線から測定されねばならず，もしも，湾口が10マイルを超えるときは，その線が10マイルを超えないもつとも入口に近い部分で引かれねばならないとするものである。だが，この10マイル原則は1930年のハーグ国際法編纂会議に於て一般に承認をうることができなかつたのみならず，1951年のイギリスノールウェ紛争に関する国際司法裁判所の判決も，同じく10マイル原則を国際法の規範とは認めていない。この他にも，湾の水域における領水の起算すべき線として，12マイル，20マイル線等とする見解もあつて，国際法の一般的基準は存在しない。又，沿岸国が著しく広い湾を自国の歴史的湾として宣言する国際慣行は少なからず存在するが，多くの国際法学者等の見解も，その特殊な地理的形態，その湾に対する沿岸国の伝統的利用及び国防上の必要によつてこれを歴史的湾として宣言することは正当なものとみなしている。

この問題におけるソヴェト国際法学の見解は，充分に知り得ることはできぬが，我々の手元にある国際法の教科書には，内水と認められる湾は，1．湾口がその国の領水の巾の2倍の巾を超えないもの，2．この巾を超える湾口のものであつても，その国の歴史的伝統に基き，経済上，軍事上，必要と認められるものとしている。[21] これらの主張は，これを国際法の一般的規範として述べているのか，或は，自国の慣行を示めしたものか必ずしも明らかでないが，上述の領水に関するソヴェト国際法学の見地からみて，むしろ後者の意義をもつものと考えられる。

これにつけ加えると，ソヴェト国際法学では，ソヴェト連邦の歴史的湾としてペートル大帝湾をあげてお

り，内水としてはリジスキー湾，アゾフス海，白海，をあげている。[22] 又，ソヴェト国際法学者等の多くのものは，ソヴェト連邦の湾形をなす北方海域（Карское море, Море лаптевых, Восточно-сибирское море, Чукотское море）をソヴェトの内水とみなしており，その論拠としては，此等海域は歴史的に長期に亘るロシヤの航海者等の努力によつて開拓されたものであり，且，ソヴェト連邦の国防，経済上，重要な役割をもつていることをあげている。

II ソヴェト連邦の法令，国際条約に基くソヴェト領水制度

1 ソヴェト領水を示す術語

ソヴェト領水を示す術語は，今日では，ほゞ領水（территориальные воды）に統一されているが，ソヴェト連邦の創設以来，若干の期間中には，この外の術語も使用されていた。これらの術語が使用されている法令で，今日，効力をもつているものもある。

例えば，沿岸水（прибрежные воды），沿岸水域（прибрежная полоса вод），領水域（территориальная полоса вод）という術語があるが，これらは，「ＰＣＦＣＰ漁業管理機構に関する法令」（1922年９月25日）同法令に附属する，「全国家的意義の漁区一覧表」（1923年２月16日）中に用いられている。その他，海上国境帯（морская пограничная полоса）（例えば1923年９月７日付のソヴェト連邦国境警備条令），及び海域（морская полоса）（例えば1927年６月15日，ソヴェト連邦国境警備条令）がある。

併しながら，ソヴェト連邦の法慣習において，最も広く使用されているのは「領水」という術語であつてＡ・Ｈ・ニコラエフによれば，ソヴェト領水問題に直接関係している標準的な法令22の中，８のものにこれが使はれており，ソヴェト連邦の国際条約でも，領水という語を使つているものは，35にのぼることが示されている。[24]

序に付け加えると，1930年，及び1952年の国際法委員会で問題となつた「領海」（территориальное море, territorial sea）という術語は，ソヴェト連邦の法令，及び国際条約等には全く使用されていない。[25]

2 ソヴェト領水規定

ソヴェト国際法学の領水に対する支配的な見解は，(1) 領水は沿岸国の領域の一部であり，従つて，その国の主権の下に従属する。(2) 領水の巾，及び，その測定方法は，国際的海上航行の諸利益と，沿岸国の経済的，国防的必要を考慮して，沿岸国自身が決定すべきである。とするものであつたが，ソヴェト連邦の諸法令，諸条約等に示されるソヴェト国家の根本的な見地も，これと完全に一致しているものと考えられる。

ソヴェト諸法令によつて規定されたソヴェト領水は，周知のように，距岸12マイルとされ，且，此の範囲内の水域は，ソヴェト連邦の国家領域の一部分であり，従つて，ソヴェト政権の排他的な権限＝主権に従属するものとされている。

ソヴェト領水の根本的性格，即ち，国家領域の一部分であるとする規定を与えたものとして，先づ第一に掲げられる法令は，ソヴェト憲法である。この第６条は次のように述べている。「土地，その地下，諸水面…は国家的所有物，即ち，全国民的財産である」。[26] この条文に示された「諸水面」には，12マイル海域はソヴェト連邦の漁業水面に入ることを規定した後掲の「漁業調整，並に魚類資源保護に関する人民委員会令」からも明らかなように，当然，ソヴェト領水も含まれていると考えられる。この領水12マイル海域が国家的所有物，乃至は，全国民的財産と規定される限り，ソヴェト領水は，ソヴェト連邦の国家領域の一部分としての地位を与えられたものと理解される。

いうまでもなく，ソヴェト憲法に示された国家的所有物，或は，全国民的財産とは，社会主義経済の物質的基礎をなすものとして，社会主義的所有の性格を示したものであるが，この点を考慮するならば，ソヴェト領水は，社会主義的，全国民的財産となるのであつて，これは，資本主義諸国の領水との本質的な差異を示すものということができよう。

次に掲げられる法令は，ソヴェト領水の12マイル海域を確定し，且，この水域内におけるソヴェト政権の

排他的な権限を規定した，ソヴェト連邦国境警備条令（1927年6月15日）である。この法令はソヴェト連邦の国境を確定した基本的法令であるが，この条令中の国境地帯を定めた9条3項には，海上国境地帯として「ソヴェト連邦の国際条約によつて規定される以外は，海上国境沿に，大陸，或は，島嶼の最大干潮線から12マイルに定められた海域」[27]が規定されている。この12マイルに定められた海域こそは，領水という表現はないがで正にソヴェト領水を意味するものであつて，このことは，12マイル海域がソヴェト諸機関の独占的な管理下におかれることを定めた同条例の以下の規定からも明らかである。

即ち，この水域内の管理は，合同国家政治管理局（Объединенное Государственное Политическое Уплавление）の国境警備隊に委ねられており，その領域内の任務としては，

1）国境侵犯の防衛とその侵犯者の取締
2）特に国境の政治的国境警備* と密輸入の取締
3）国境住民の武力攻撃からの保護
4）海域（上述の12マイル海域）内の水産資源の掠奪からの保護

があげられている。（同条令6条）[28]

かくして国境警備隊は，12マイル海域中にある，あらる船舶に対して停止を命じ，且，臨検することができ，臨検を受ける船長は，国境警備隊に対し，船舶，積荷についての関係文書を提示することが義務づけられている（25条）。[29]そして，斯様な臨検に際し，臨検を受けた船舶が，

1）船舶と積荷に関する最も適当な文書を提示しないとき
2）貨物の積載，陸揚，或は乗客の乗船，下船についての然るべき許可を受けることなく，領水内の指示されぬ地点で，これらの行為を行うとき
3）領海内の禁止区域で船舶が魚類，海獣の捕獲，或は，他の海産物の採捕に従事するとき，仮え許可区域内であつても，それについて必要な文書を所持せずに，或は不法な手段によつて漁獲に従事するときは，これらの船舶は国境警備隊によつて拘留される**。（26条）[30]

この外，ソヴェト領水を規定した法令には，前掲の「漁業調整，並に魚類資源保護に関するソヴェト連邦人民委員会令」（1935年9月25日）及び，「ソヴェト航空法典」（1935年8月7日）があるが，前者には，「ソヴェト内海水域と12マイルの巾をもつ沿岸海域は，海洋漁業用池の構成中に入る」（2条）ことが述べられており，後者には，ソヴェト領水上の空域に対するソヴェト主権の行使が規定されている（1条）[32]。又，これらに加えて，ソヴェト領水に関係する法令をあげることができるが，以上の法令によつて，ソヴェト連邦の沿岸12マイル海域は，ソヴェト領水として，即ち，ソヴェト連邦の国家領域の一部分として確定されたものであると考えられる。

---

* ここに述べられた政治的国境警備とは，ソヴェト連邦の領域内への文書，武器等の非合法な搬入，或は反革命の犯罪を遂行する為の越境に対する取締を意味している。（同条令6条の注釈）

**ソヴェト領水内の漁業規則侵犯者に対する処罰には，行政的処罰と刑事的処罰がある。

行政処罰は，ソヴェト連邦食糧品省の機構中にある国家漁業監督局（Государственный Рыболовный Налзор）によつて行使される。この国家漁業監督局は，漁業管理職務規則（1938年4月15日）によつて職務を遂行しているが，その主要な任務は，ソヴェト漁業水域（12マイル海域）の漁業規則と水産資源保護規則違反の取締を行うことである。

監督局は，これら規則の侵犯者に対し，漁獲物，漁具を差押える権限をもつており，差押えた漁具は判決迄保管するが，漁獲物は，水産工場，或は商業機関に，定められた価格で引渡すことになつている。地区の監督局長と主任監督官は侵犯者に対し，300ルーブル迄の罰金，同じく監督官は100ルーブル迄の罰金を科することができる。

又，これら漁業規則の侵犯者は，監督局の裁量によつて，裁判所の審理に委ねられるが，裁判所は，侵犯者に対し，РСФСР刑法86条に基いて，自由の剝奪，一年以内の矯正労働，或は漁獲物の没収と500ルーブルの罰金，船体，漁具の没収等の処罰を行い得るものとなつている。[31]

ソヴェト領水の12マイル海域は，革命前の帝政ロシヤにおいて既に採用されていたものであるが，これを大十月社会主義革命によつて政権を得たソヴェト連邦が，そのまゝ継承したのである。

革命前の帝制ロシヤ法令で，この12マイル海域を定めた法令としては，次の２つのものがあげられる。

1) 国境警備独立兵団に関する規則（1909年10月10日）（Правилах об отдельном корпусе пограничной страж 10 декабря 1909.）

2) プリアムール総督府管内の海洋漁業規則（Закон об установлении правил о морском рыбном промысле в Приамурском генерал-губернаторстве 29 мая 1911）

前者の国境警備独立兵団に関する規則には，「ロシヤ国の大陸，島嶼における最大干潮線から12海里の水面領域は海上関税帯と認定する。これらの領域内では総てのロシヤ，及び外国の船舶は，国境警備隊が委任されたロシヤ当局側からの監視の下に入る」（５項）[33]と述べられており，これによつて12マイル海域は海上関税帯として規定されている。又後者の法令には，「本規則の効力は，特別な国際的決定，或は協定によつて沿岸海域の巾が定められていないところでは，最大干潮線，或は沿岸の定着氷縁から測定して，３地理マイル――12.02マイル――20.87露里の巾をもつ海域にわたる」（総則１項）[34]と述べられている。

このように，ロシヤにおいて決定された12マイル海域が，海上関税帯と，漁業区域のみであるということ或は，その呼称が水面領域（пространство воды）乃至は沿岸海域（прибрежная полоса моря）であることから，ロシヤでは，単に，これら２種類の特別区域が設定されたに過ぎず，国家領域としての領水は無かつたかのようにみられる。だが，当時の社会経済的諸条件の下に於ける海洋利用の状態を考慮するならば上述の如く定められた12マイル海域は，実質的にロシヤの国家領域の一部分として，即ち領水として理解されるのではないかと考えられる。

1917年に創設されたソヴェト政権が，最初に12マイル海域について述べた法令としてあげられるものには「北氷洋，白海における漁猟場保護令」（1921年５月24日）があるが，この当時の領水問題に関係する法令には12マイル海域が規定されていないものもある。例えば，「航空法典」（1921年１月17日）には，ロシヤ共和国の領水上空の主権が述べられているが，これには，ソヴェト領水として12マイル海域が規定されていない。[35] これらのことから，当時のソヴェト政権が，領水として12マイル海域を定めていなかつたということはできない。何故ならば，当時，12マイル海域が領水として規定されていなかつたとしても，ソヴェト政権が，帝政ロシヤの合法的後継者として，ロシヤ全領土を引継いだ限りにおいて，その領水，即ち12マイル海域も，そのまゝソヴェト政権によつて引継がれたのとも理解されるからである。かくして，ソヴェトの領水12マイル海域は帝政ロシヤ慣行を継承したものであつたが，この場合，その法律の内容，性格は，上述の如く，本質的に改変されたことは云うまでもない。その改変によつて，幾多の不明確な領水規定が一掃され，社会の発展段階に応じた領水規定が作成されたのである。

ソヴェト国際法学は，領水を沿岸国の領域とみなし，沿岸国の領水に対する主権を厳格に擁護することを要請しているが，この際，同時に，国際的相互扶助と国際協力の観点から，これらの主権を制限することも充分可能であるものとみなし，これらの制限は，広く承認された国際慣行，或は国際条約によつて行はれるものとしている。ソヴェト法令にも，この考え方が支持されており，例えば，ソヴェト領水を規定した基本的法令として前に掲げた国境警備隊条令（1927６月１５日）には，領水としての12マイル海域は，国際条約によつて他の巾が制定された場合は適用されないことが示されている。従つて，領水問題に関係する国際条約の点検は，そのまゝソヴェトの領水12マイル海域の例外を認識することになる。今日，12マイル以外の巾を定めた国際条約としては次の２つのものがある。

1) ソヴェト連邦，フインランド平和条約（1940年３月12日）に基く，両国間の国境記載の議定書（1940年４月28日）

2) ソヴェト連邦，大英帝国の暫定漁業条約（1930年５月22日）

前者の国境記載の議定書によれば，フインランド湾のシルサアル島以北のソヴェト領水の境界線は，同島以北え向う船舶航行の自由を保障する意味から距岸２マイルとされている。[35]

又，後者のソヴェト，イギリスの暫定漁業条約は，ソヴェト連邦の北方海域におけるソヴェト領水内で，イギリス漁船が操業しうることをとりきめたものであるが，これは，「ソヴェト社会主義共和連邦と，大英帝国及び北アイルランド政府は，ソヴェト連邦領土の北岸に接する海域に於ける漁業調整を目的とする公式の協定が可急的に締結されることを相互に期待して」（前文）[36] 締結された暫定協定であつた。

この協定の主要な内容は，「ソヴェト連邦政府は，イギリスの港に登録された漁船に対し，東径32度～48度線間の海域におけるソヴェト連邦の北部沿岸と，それに近接する諸島の最大干潮線から３マイル～12マイル間の海域，並に，白海においては，北緯68度以北の距岸３マイル外における操業を認めた」（協定１条）[37] ものである。

この英ソ暫定漁業協定によつて，ソヴェト連邦は，イギリス漁船に対し，自国の領水内（距岸３マイル～12マイル）の操業を与えたのであるが，これは，ソヴェト連邦の自発的承諾の下に締結された国際条約であること，並に，「本協定に規定された如何なる条項も，両締結国政府の領水範囲に関する国際法上の見解を侵害するものでないとみなされる」（協定２条）[38] と規定されていることを考慮すれば，これによつてソヴェト連邦政府が，自国の領水12マイルの主張をまげたものとみることは不可能であり，一般原則は12マイルとしつゝ，これを例外規定として認めたものと考えられる。尚，この協定には，湾について10マイル原則が採用されており，このことによつて，ソヴェト連邦がこれを国際法の一般的規範として認めたものであると解釈することも，協定２条の規定から不可能である。

３　ソヴェト領水の測定方法

この問題に関するソヴェト国際法学の見解は，既に述べたところであるが，それによれば，一般的には最大干潮線から測定することを支持しつゝ，特に，海岸線の形状から他の方法も採用しうるものとしており，これらの決定は沿岸国自身によつて行わるべきであるとするものであつた。

ソヴェト法令に定められた領水の測定方法は，一般には，前掲国境警備隊条令（1927年６月15日）によつて規定された海岸，或は島嶼の最大干潮線から測定する方法があげられるが，既に効力を失つた法令，や条約にはこれと異つた方法も採用されており，上述のソヴェト国際法学の観点からみて，これらの方法は，必要に応じて，ソヴェト法令，条約等に採用される可能性があるものと考えられる。

その一としてあげられるものは，ロシヤソヴェト連邦社会主義共和国とフインランド間の平和条約に規定されたものであるが，この条約には，「フインランド湾に於ける条約締結両国の領水の広さは，沿岸から，しかし，暗礁のあるところでは，最も遠隔の水面上に聳える島，岩礁から測定して４マイルに制定される」（同条約３条）と述べられている。この方法は，又，フインランド湾におけるソヴェト連邦並にロシヤ共和国（PCΦCP）諸機関の管轄水域に関する法令（1930年８月３日）にも採用されている。（同法令１条２条）

この他には，前掲の帝政ロシヤに於て採用された定着氷の縁から測定する方法もある。

加うるに，これの方法の中，前者のものは，ノールウェー等のスカンジナビヤ諸国において採用されているものであるし，この方法はイギリス――ノールウェ紛争に関する国際司法裁判所の判決においても支持されているものであることを考慮すると[39]，此の方法を，ソヴェト連邦がフインランド湾等の如き場所において採用することは，法的にも歴史的にも全く合理性をもつものと考えられる。

む　す　び

以上述べたところを要約し，且，これに若干の考察をつけ加えよう。

(1) ソヴェト国際法学は，領水を，沿岸国の国家領域とし，従つて，その国の主権に従属するものとみなしている。このことから，ソヴェト国際法学は，領水規定は云うまでもなく，領水の範囲，及び測定方法も沿岸国自身によつて決定すべきであつて，その際，沿岸国は，自国の国民経済，軍事上の諸利益を考慮し

なければならない。但し，国際的相互扶助，国際的協力関係の発展の為に必要とされる場合には，領水の範囲，測定方法等は国際条約によつても判定されるものとしている。

(2) 上述のソヴェト国際法学の領水に関する観点と完全に一致するソヴェト法令は，ソヴェト領水を国家的所有物，即ち，全人民的財産とみなしており，その範囲は，ソヴェト連邦の国際条約による規定の存在する場合を除き，最大干潮線から12マイルに亘る海域としている。

ソヴェト領水問題で，特に問題とされたことは，周知の如く，領水を12マイルに亘る海域としていた点である。しかし，この点に関しては，元々，国際法上の統一的な原則が，例えば3マイル主義等が存在していたわけでなかつたことを想起すると，これを直ちに不当な主張として退けることはできないであろう。寧ろこのような歴史的事実をもとにすれば，国際的航海の自由に支障をきたさぬ限りにおいて，領水の範囲の決定は各国の権限に属しているという解釈も可能であろう。しかし，この点は一応措いて，3マイル主義が妥当な原則として存在していたものであると仮定してみても，3マイル主義の根底をなすものが，18世紀初頭ビンケルシェックによつて説かれた着弾距離説であつたとするならば，大砲，或はその他兵器が進歩した現代では，領水の巾も，当然それに応じて拡大しなければならないことはいう迄もない。[40]

そもそも，領水の巾は何マイルにすべしといつてみても，その距離自体には理論的根拠があるようには考えられず，各国の主張は，たゞ，各国の海洋利用の程度に応じて，自国に最も好都合な範囲を主張するに過ぎないように考えられる。それ故，領水の範囲に関する問題は，単純に何マイルが至当であるかという議論によつてではなく，先づ「いかなる目的が自国の領海を拡大せしめようとするのか，いかなる要素が他国の領海の拡大を阻止しようとするのか」[41] という問題の検討が必要となるのである。

勿論，この問題も極めて複雑な内容を含んでいるが，次に述べるような対立する事情は，この間に対する一の解答として指摘することができよう。

今日，より狭い領水範囲を主張する諸国は，海洋利用の点では先進国であり，同時に高度に発展した漁業をもつている。従つて，これらの国々によつて行はれる漁業は，広く公海全域を可能な操業区域としているが，結局のところ，主要な漁場としている海域は，他国の沿岸近くである。こういつた事情が，これらの国々をして，より狭い領水を主張させることになるだろう。一方，これに反し，領水の範囲を拡大しようとする諸国は，近海にある豊度の高い漁場をみすみす他国の漁船にゆだねることを快しとしないであろうし，それ故，自国漁業の為の漁場確保の手段を講ずることも自然な行動といゝえよう。

何れにしろ，12マイルの是非をこゝで述べることはできないが，領水に関し，最も重要な利害と関心をもつものは沿岸国であることを考慮に入れるならば，沿岸国自身の主張が著しく公海自由の原則を侵すものでない限り，それは尊重さるべきものと考えられる。

前に，ソヴェト領水12マイルの例外規定として，ソヴェト領水内の距岸3マイル～12マイル間の海域に於ける英国漁船の操業を認めた英ソ漁業協定について述べたが，これに関連する問題として，北海道北部の漁業者によつて強く要望されている北洋近海安全操業問題について一言しておこう。

1957年6月3日，日本政府は，駐ソ門脇大使を通じソ連政府に対して，「北洋における小規模近海漁業およびコンブ採取の自由とハボマイ，シュタン，クナシリ，エトロフ諸島，千島列島周辺水域の漁業基地設定を認めるように」要望した。[42] この要請の内容は，

(1) 北緯48度以南のハボマイ諸島，シコタン島，千島列島，及び南樺太の距岸3～12マイル間のソヴェト領水内で，日本漁業者が，実際的な話合で操業すること。

(2) 漁業は零細漁民によるものとすること。

(3) 日ソ双方の領海に対する立場を留保すること。

を骨子とするものであつた。[43]

かゝる要請は，前述の英ソ暫定漁業協約の前例からみても，充分，受諾される可能性のあるものであつたが，はたして，ソ連邦政府は，同年8月16日，「日本政府の要請を考慮し，かつ日ソ間の善隣友好関係を発

展させることの利益にかんがみ，日本側の覚書にあげられた若干の水域のソ連領域における漁業及び海産物採取問題について日本側と交渉に入る用意がある」[44]　旨を回答してきた。しかるに，翌年2月5日に至り，イシコフ・ゴスプラン漁業部長より在ソ門脇大使に対し，「昨年6月，日本政府は，ソ連政府に対し千島列島近くのソ連領海における日本人の漁獲水産物採捕問題を申入れた。ソ連政府においては日本政府が日ソ外交関係上の諸問題を解決する措置とくに平和条約の締結措置をとるものと考え，千島列島付近の領海の一定区域における日本人漁業につき日本政府と交渉に入る用意があることを表明した。しかるに日本政府は日ソ共同宣言の署名より相当の時日を経過せるにもかゝわらず，いまなを平和条約を締結する用意を表明しない。右にかんがみソ連政府は本件漁業問題を審議する条件がまた熟していないと認める」旨の回答があり，2月7日，フェドレンコ外務次官は駐ソ門脇大使に対し，このイシコフ回答をソ連政府の意向として確認した。[45]これ以後，この種の要請は，漁業関係者からも屢々，ソヴェト当局に出されているが，何れも平和条約を締結することが先決であるとし退けられている。

このソヴェト政府の態度に対し，「ソ連は常に平和条約を持出すだけだが，このような人道的問題を政治的な取引につかつていることは遺憾なことだ」*「日本の零細漁民の深刻な生活問題を平和条約という政治問題に結びつけることは人道上の問題だ」** といつた批判が日本外務当局者の意見として出されている。だがソヴェト領水内で日本漁業者が操業することを求めた要請が受容れられなかつたからといつて，ソヴェト政府のとつた措置が人道上の問題として非難さるべき筋合のものかどうか，極めて疑問の点が多い。

このような批判に対し，ソヴェト側は，「北海道沿岸海域に於ける日本の漁業問題が，ソヴェト領水内の日本漁業の問題に対し，何等の関係をもつていないことは誰にも理解される。ソヴェト当局は，北海道沿岸海域における日本の漁業問題に対し，妨害していないし，妨害するつもりもない。同時にソヴェト当局は，日本船舶によるソヴェト領水の侵犯と，これら水域内の彼等による不法な漁獲を許すことはできない」***「零細漁民の深刻な生活は日本の国内問題である」** と反駁している。

云うまでもなく，この問題には，平和条約の締結，これに関連して南千島の領土帰属問題が絡んでいるがこゝでは，それらについて，直接関係がないので触れないことゝする。たゞこゝでは，平和条約の締結と，所謂，安全操業問題が，ソヴェト連邦の立場では，どのように関係した問題であるか，これについて述べることゝしよう。

前にも触れたことだが，ソヴェト連邦の領水は，ソヴェト連邦の国家領域として12マイル海域が定められており，同時に，この規定には，国際条約によつて定められる場合は，例外として，その規定によることが附加されている。この点からいつても，ソヴェト領水内で，日本漁業者が操業することは，この種の条約が締結される限り可能なことであり，且，英ソ暫定漁業条約の先例からしても不可能なことゝは考えられないのである。しかし，この問題は，結局のところ，領水に対するソヴェト主権を部分的にせよ制限することであり，このことをソヴェト政府が認める場合は，既述のように，ことことが国際的友好，善隣関係の発展に貢献する国際協力とみなされねばならない。

所が，今日の日ソ間の国交は，1956年10月19日の両国の共同宣言によつて一応回復したことにはなつているが，領土問題，その他の政治的配慮によつて，平和条約は締結しておらず，このことは，日ソ間の完全な友好条約が確立されていないことを示している。それ故，ソヴェト政府は上述の見地に従つて，先づ平和条約の締結を強調するものと考えられる。

「安全操業」，といえば，確に人道的な印象を与えるけれども，もとをたゞせば，北海道の漁業者が経済的に困窮しており，その打開策としてソヴェト領水内での彼等の操業を認めよということに外ならない。こ

---

*外務省，欧亜局長金山政英氏の発言，北海道新聞（1959）7月15日号
**駐ソ門脇大使の発言，水産週報（1958）2月15日号
***Правда (23 марта 1958)

れらの要求は，北海道北東部の漁民にとつては，死活問題に連るものであることは想像に難くないが，彼等の生活が，他国の領水内で操業を望む程困窮しているとすれば，それは，正に，日本国内の政治経済上の問題であつて，敢て人道問題だとして他国を非難する根拠は全く見当らないのである。

附録1　領海問題に関係するソヴェト法令

1　おっとせい，らっこ捕獲制限に関するソヴェト連邦人民委員会令　1929年2月2日
(Постановление СНК СССР об ограничении промысла морских котиков и морских бобров, 2 февраля 1926 г.)

2　ソヴェト連邦の港における港税と提供されたサービス料に関する規則　1926年2月19日
(Положение о портовых сборах и плате за услуги, оказываемые в портах Союза ССР 19 февраля 1926 г.)

3　北氷洋に配置された土地，島嶼に対するソヴェト連邦の領土宣言に関するソヴェト連邦中央執行委員会幹部会令　1929年4月15日
(Постановление Президиума ЦИК СССР об об'явлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане, 15 апреля 1926 г.)

4　ロシヤソヴェト連邦社会主義共和国刑法法典（75条2項，3項，4項，86条等）
(уголовный кодекс РСФСР ст. 75^2, 75^3, 75^4, 86 и др.)

5　ソヴェト連邦港湾に碇泊する外国船（軍事船舶は除く）船員の上陸，滞在許可規則　1926年11月23日
(Правила схола на берег и допущения к пребыванию на берегу лиц судового экипажа иностранных судов кроме военных во время стоянки их в порту Союза ССР, 23 ноября 1926 г.)

6　ソヴェト連邦国境警備条令　1927年6月15日
(Положение об охране государственных границ Союза ССР, 15 июня 1927 г.)

7　ソヴェト諸港に出入する軍艦，それに準ずる船舶の衛生規定に関するソヴェト連邦人民委員会令　1927年12月28日（1932年2月28日改正）
(Постановление СНК СССР от 28 декабря 1927 г. с изменениями от 28 февраля 1932 г. о санитарном режиме военных и приравненных к ним судов, заходящих в порты СССР и выходящих из них)

8　ソヴェト連邦水域における外国船舶の無線通信使用に関するソヴェト連邦中央執行委員会，人民委員会令　1928年7月24日
(Постановление ЦИК и СНК СССР о пользовании радиоустановками иностранными судами во время нахождения их в водах Союза ССР, 24 июля 1928 г.)

9　ソヴェト連邦関税法典　1928年12月19日
(Таможенный кодекс СССР, 19 декабря 1928 г.)

10　ソヴェト連邦水域における外国船舶の無線通信使用に関するソヴェト人民委員会令の適用に関する指令　1929年2月14日
(Инструкция по применинию Постановления СНК СССР 24 июля 1928 г. о пользовании радиоустановками иностранными судами во время нахождения их в водах СССР, 14 февраля 1929 г.)

11　ソヴェト連邦通商航海法典　1929年6月14日
(Кодекс торгового мореплавания Союза ССР, 14 июня 1929 г.)

12　ソヴェト連邦水域に来航する外国軍艦の暫定規則　1931年3月28日

(Временные правила для иностранных военных кораблей, посещающих воды СССР, 28 марта 1931 г.)

13 ソヴェト連邦海港港長の権利，義務に関する条例 1931年4月10日

(Положение о правах и обязанностях начальников морских портов Союза ССР, 10 апреля 1931 г.)

14 ソヴェト連邦に接続する海域の水路測量，観測の実施に関する回状 1932年3月16日

(О производстве описных гидрографических и гидрологических работ на морях, прилегающих к Союзу ССР, 16 марта 1932 г.)

15 ソヴェト連邦航空法典 1935年8月7日

(Воздушный кодекс Союза ССР, 7 августа 1935 г.)

16 漁業調整と魚類資源保護に関するソヴェト連邦人民委員会令 1935年9月25日

(Постановление СНК СССР о регулировании рыболовства и охране рыбных запасов, 25 сентября 1935 г.)

17 航路制限区域内えの船舶の立入規則 1936年

(Правила для входа судов в районы с ограничением свободного пути следования, 1936 г.)

18 ソヴェト連邦憲法 1936年12月5日

(Конституция СССР, 5 декабря 1936 г.)

19 漁業監視監督部規則 1938年4月15日

(устав инспекции рыболовного надзора, 15 апреля 1938 г.)

20 外国航路のソヴェト船舶と外国商船の送迎，並に，対外通商貿易の積荷の積載陸揚に関する規則 1938年7月9日

(Правила приема и отпуска советских судов морского торгового флота заграничного плавания и иностранных торговых судов, а также погрузки и выгрузки грузов внешнеторгового оборота, 9 июля 1938 г.)

21 海難審査規準規則 1940年4月15日

(Положение о порядке расследования морских аварий, 15 апреля 1940 г.)

22 ソヴェト連邦国境衛生保護規則 1940年8月20日

(Правила по санитарной охране границ СССР, 20 августа 1940 г.)

23 ソヴェト連邦の海港における港湾管理規則 1941年8月4日

(Положение о портовом надзоре в морских портах СССР, 4 августа 1941 г.)

24 ソヴェト連邦の海洋通商港における水先案内料徴収規則 1944年9月14日

(Правила взимания лоцманского сбора в морских торговых портах Союза ССР, 14 сентября 1944 г.)

25 砕氷船に誘導され氷海を通航する船舶の為の規則 1944年9月14日

(Правила для судов, проводимых ледоколами через лед, 14 сентября 1944 г.)

附録2 領水問題に関するソヴェト国際条約

A 領水に直接関係するもの

1 ソヴェト連邦とノールウェー間の通商航海条約 1925年12月15日

(Договор между СССР и Норвегией о торговле и мореплавании от 15 декабря 1925 г.)

2 ソヴェト連邦と大英帝国間の暫定漁業協定 1930年5月22日

(Временное соглашение о рыболовстве между СССР и Великобританией от 22 мая 1930 г.)

3 ソヴェト連邦と大英帝国間の暫定通商協定 1934年2月16日
(Временное торговое соглашение между СССР и Великобританией от 16 февраля 1934 г.)
4 ソヴェト連邦とベルギー――ルクセンブルグ経済同盟間の暫定通商協定 1935年9月5日
(Временная торговая конвенция СССР с Бельгийско - Люксембургским экономическим союзом от 5 сентября 1935 г.)
5 ソヴェト連邦とイランとの通商航海条約 1940年8月25日
(Договор междуСССР и Ираном о торговле и мореплавании от 25 августа 1940 г.)
6 ソヴェト連邦とフインランド間の国境記載の議定書（1940年3月12日付の平和条約を根拠として）1940年4月29日
(Протокол описание государственной границы между СССР и Финляндией (на основание Мирного договора от 12 марта 1940 г.) от 29 апреля 1940)
7 ソヴェト連邦とフインランドとのアランド諸島に関する協定 1940年10月11日
(Соглашение между СССР и Финляндией об Аландских островах от 11 октября 1940 г.)
8 ソヴェト連邦とポーランド共和国との通商航海条約 1945年7月7日
(Торговый договор между СССР и Польской Республикой от 7 июля 1945 г.)
9 ソヴェト連邦とフインランド共和国との通商条約 1947年12月1日
(Торговый договор между СССР и Финляндской Республикой от 1 декабря 1947 г.)
10 ソヴェト連邦とイタリヤ共和国との通商航海条約 1948年12月11日
(Договор о торговле и мореплавании между СССР и Итальянской Республикой от 11 декабря 1948 г.)

B 多数国条約

11 国際無線電信ケーブル保護に関するパリー協定 1884年3月14日（ソ連邦は1926年8月19日認証）
(Парижская конвенция по охране международных телеграфных кабелей от 14 марта 1884 г. (Подтверждена СССР 2 февраля 1926 г.)
12 国際衛生協定 1926年6月2日
(Международная санитарная конвенция от 2 июня 1926 г.)
13 スピツベルゲンに関するパリー条約 1920年6月2日
(Парижский Договор о Шпицбергене от 9 февраля 1920 г.)

C 領水について直接触れていないが，領水に関係するもの

14 ロシヤ共和国とイラン間の条約 1921年2月26日
(Договор между РСФСР и Ираном (Персией) от 26 февраля 1921 г.)
15 国境水域に於ける主要水路維持と漁業生産についてのロシヤ，フインランドの協定 1922年10月28日
(Соглашение о поддержании главного фарватера и о производстве рыбной ловли в пограничных водных системах России и Финляндии от 28 октября 1922 г.)
16 ロシヤ領土からフインランド領土に達する水域間の木材浮送についての協定 1922年10月28日
(Конвенция между РСФСР и Финляндией о сплаве лесных материалов по водным системам, простирающимся от территории России на территорию финляндии и наоборот от 28 октября 1922 г.)
17 領事に関するソヴェト連邦とポーランド間の協定 1924年7月18日
(Консульская конвенция Между Союзом СССР и Польшей от 18 июля 1924 г.)
18 アルコール商品密輸取締協定 1925年8月19日（多数国条約）

(Конвенция о пресечении контрабанды алкогольных товаров (многосторонняя) от 19 августа 1925 г.)

19　海上人命救助協定　1929年5月31日（多数国条約）

(Конвенция по охранв человеческой жизни на море (многосторонняя) от 31 мая 1929 г.)

20　衛生特許廃止協定　1934年12月22日

(Соглашение об отмене санитарных ратентов (многостороннее) от 22 декабря 1934 г.)

21　ソヴェト連邦とトルコ共和国間の条約　1937年10月8日

(Договор между СССР и Турецкой Респуоликой от 8 октября 1937 г.)

22　ソヴェト連邦とフインランド間の平和条約　1940年3月12日

(Мирный договор между СССР и Финляндией от 12 марта 1940 г.)

23　ソヴェト連邦とユーゴスラビヤ間の通商航海条約　1940年5月11日

(Договор между СССР и Югославией о торговле и мореплавании от 11 мая 1940 г.)

24　フインランドとの平和条約　1947年2月10日

(Мирный договор с Финляндией от 10 февраля 1947 г.)

25　ソヴェト連邦とルーマニヤ間の通商航海条約　1947年2月20日

(Договор о торговле и мореплавании между СССР и Румынией от 20 февраля 1947 г.)

26　ソヴェト連邦とハンガリヤ間の通商航海条約　1947年7月15日

(Договор о торговле и мореплавании между СССР и Венгрией от 15 июля 1947 г.)

27　チエッコスラバキとの通商航海条約　1947年12月11日

(Договор о торговле и судоходстве с Чехословакией от 11 декабря 1947 г.)

28　ソヴェト連邦とベルギー—ルクセンブルグ経済同盟との通商協定　1948年2月18日

(Торговое соглашение между СССР и Бельгийско-Дюксембургским Союзом от 18 февраля 1948 г.)

29　ソヴェト連邦とブルガリヤ間の通商航海条約　1948年4月1日

(Договор о торговле и мореплавании между СССР и Болгарией от 1 апреля 1948 г.)

30　ソヴェト連邦とフインランド間の親善，協力及び相互援助に関する条約　1948年4月6日

(Договор о дружбе, сотрудничестве и взаимной помощи между СССР и Финляндией от 6 апреля 1948 г.)

31　ソヴェト連邦と朝鮮人民民主共和国間の経済文化協力に関する協定　1949年3月17日

(Соглашение об экономическом и культурном сотрудничестве между СССР и Корейской Народно-Демократической Республикой от 17 марта 1949 г.)

32　ソヴェト連邦政府とフランス政府間の通商相互関係並にフランスにおけるソヴェト連邦通商代表部規則についての協定　1951年9月3日

(Соглашение между Правительством Союза ССР и правительством Франции о торговых взаимоотношениях и о статуте Торгового представительства. СССР во Франции от 3 сентября 1951 г.)

引　用　文　献

1)　水産週報社 (1959). 水産年鑑. 〔p. 209〕. 東京；水産週報社.

2)　Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 258〕. Москва; Госюриздат.

3)　大日本水産会 (1957). 国連国際法委員会報告. 〔p. 10.〕

4) Дурденевский, В. Н. (1951). Международное право. (под редакциой Коровина, Е. А.) 〔стр. 300–301〕. Москва; Госюриздат.
5) Лисовский, В. И. (1955). Международное право. 〔стр. 135〕. КИЕВ; Издателиство киевского государственного университета.
6) Кудрявцев, П. И. (главный редактор) (1956). Юридический словарь. (второе издаие). 2, 〔стр. 500〕. Москва; Госюриздат.
7) ——————— (1956). Там же. 〔стр. 500〕.
8) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 45〕.
9) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 45〕 и Кудрявцев, П. И. (1956) Юридический словарь. 2, 〔стр. 500〕.
10) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. стр. 47 и Кудрявцев, П. И. Юридический словарь. 2, 〔стр. 500〕.
11) ——— (1954). Там же. 〔стр. 51〕.
12) Академия наука СССР институт права (1957). Международное Право. 〔стр. 11–13〕. Москва; Госюриздат.
13) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 11〕.
14) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 79–80〕.
15) Кудрявцев, П. И. (1956). Юридический словарь. 2, 〔стр. 500〕.
16) Николаев, А Н. (1954). Провлема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 86〕.
17) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 12–13〕 и 〔ст.р 81〕.
18) 水産研究会 (1954). ソ連邦漁業資料Ⅲ. 〔р. 18–19〕.
19) Академия. наука СССР институт права (1957) Международное право. 〔стр. 200〕. и Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 33–35〕.
20) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в международном праве. 〔стр. 207〕.
21) Академия наука СССР институт права (1957). Международное право. 〔стр. 201〕 и Лисовский, В. И. (1955). Международное право. 〔стр. 135〕.
22) ——————— (1957). Там же. 〔стр. 202〕.
23) ——————— (1957). Там же. 〔стр. 203〕.
24) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в Международном праве. 〔стр. 199–200〕.
25) ——————— (1954) Там же. 〔стр. 200–201〕.
26) Конституция СССР (1955). 〔стр. 3〕. Москва; Госюриздат.
27) Моджорян, Л. А. и Соблкин, В. К. (1957). Международное право в избранных документах. 1, 〔стр. 232〕. Москва; Издательство ИМО.
28) ——————— (1957). Там же. 〔стр. 232〕.
29) Николаев, А. Н. (1954). Проблема территориальных вод в Международном праве. 〔стр. 219〕.
30) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 219–220〕.
31) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 210–211〕.
32) ——— (1954). Там же. 〔стр. 204〕.
33) ——— (1954). Там же. 〔стр. 60〕.
34) ——————— (1954). Там же. 〔стр. 60–61〕.

35) ———————— (1954). Там же. 〔стр. 182〕 и 〔стр. 205-206〕.
36) ———————— (1954). Там же. 〔стр. 189〕.
37) ———————— (1954). Там же. 〔стр. 189-190〕.
38) ———————— (1954). Там же. 〔стр. 189〕.
39) Крылов, С. Б. (1958). Международный суд. 〔стр. 110-116〕. Москва;Госюриздат.
40) 小田　滋 (1956). 海洋の国際法構造. 〔p. 23-24〕. 東京; 有信堂.
41) ———— (1956). 同　上 〔p. 34〕.
42) 日ソ協会編 (1956). 平和条約問題参考資料集. 日本とソヴェト45. 付録 〔p. 7〕.
43) 朝日新聞社 (1958). 朝日年鑑. 〔p. 215〕. 東京; 朝日新聞社
44) 日ソ協会編 (1956). 平和条約問題参考資料集, 日本とソヴェト45. 付録 〔p. 7〕.
45) ———— (1956). 同　上 〔p. 8〕.

函館産カレイ類の品質

第3報　品質を決定する要因

3　品質と結締組織量との関係

大石圭一
（北海道大学水産学部水産食品化学教室）

Quality of Flatfish from Hakodate

Part 3. The factors deciding the quality

3. Relations between the quality and the amount of connective tissue

Keiichi ŌISHI

Abstract

Though the effects of connective tissue upon the taste have been suggested by several researchers, their actual data did not present a clear picture, because they could not define the taste and the toughness of the foods clearly.

The present author has studied the relations between the quality and the amount of connective tissue. In this case, the quality ranks which had already been proposed for the fifteen species of flatfish by the author, were used in place of the taste, and the amount of connective tissue was taken up instead of the toughness of the meat.

Connective tissue is estimated quantitatively as follows: Homogenized fish meat is pipetted and digested with pancreatic solution of phosphate buffer pH 7.0, 30°C., for five hours. After having been collected by centrifugation, the residue is heated under a pressure of twenty pounds per square inch for two hours. Next then it is extracted with two per cent of trichloroacetic acid solution. This extractive is regarded as gelatine which has been converted from collagen. The residue from which gelatine is removed, is regarded as elastin. These quantitative results are expressed as nitrogen mg. per cent of raw meat. The sum of collagen and elastin is considered as connective tissue and calculation is made of the ratio of collagen to elastin (C/E).

Collagen, elastin, connective tissue and C/E are compared with quality ranks of flatfish and the main methods to cook flatfish by Spearman's rank correlation method. The results thus obtained were as follows: The relations among the quality, main cookings and the elastin quantities are significant in the five per cent level ($P_{0.05}$), while the others are not significant in this level.

Moreover, the deviations of individual concerning connective tissue and C/E are about ten per cent as a coefficient of variance.

ま え が き

1907年，Lehmann氏[1]は，肉の硬さの相違は結締組織の量に大いに関係がある。調理して軟くなる肉はelastinよりもcollagenが多い。例えばWhite fibrous connective tissueは主にcollagenより出来ていて，生の時は主成分がelastinであるyellow elastic connective tissueの2倍も硬いが調理すると前者よりも軟くなる。と言つている。その後1935年大谷・倉掛の両氏[2]は魚肉の結締組織の量を測つて，これは魚肉の硬さとも関係があり，風味にも影響すると言つているが，その後Tsuchiya氏ら（1950年）[3]は10種類の魚につ

いて測定し，結締組織の量と硬さとの間には関係がないようだと言つている。

以上の3者は皆肉の硬さに言及しているのであるが，硬さの表現に適確性を欠いており，著者もまた硬さを明瞭に表現出来ないからこれには触れないが，collagen 及び elastin 量，更にそれらの和及び比が既に決められてあるカレイ類の品質及び既に調査されておる主な調理法との間にどの様な関係があるか検討してみた。而して結締組織量の定量には数多くの方法があつてその何れにも一長一短があり，中には著しい欠陥のあるものもある。従つて本研究における定量は特に吟味した方法で行つた。

実　　験

種々の結締組織定量法の要点は，まず筋肉を水，塩類若くはアルカリ等の溶液で抽出するか trypsin 或は pancreatin などの酵素を用いて結締組織以外の蛋白を溶出し，更に篩別若くは遠心分離して不溶残渣を分離し，乾燥して直接秤量するか，若くは窒素を定量して結締組織量としている。更にこれを高圧のもとに加熱し collagen を gelatin に変え熱水若しくは2％の三塩化酢酸で抽出し，残渣を elastin としている。従来の定量法は上述の操作を適宜組合せたものであつた。例えば，大谷氏ら[5]は魚肉を水で抽出し100meshの篩で分離した残渣を乾燥して結締組織量としているのであるが，此では筋肉蛋白の抽出が不充分であり，更に100mesh の篩では篩別困難であつて，結果が過大に出ることが予想される。事実大谷氏らの測定した生肉に対する結締組織量がヒラメでは11.45％，マコガレイでは11.12％で筋肉蛋白の大半は結締組織であるという結果になつている。次に Tsuchiya 氏らは，魚肉を5％の KCl で抽出，20mesh の篩で濾過し残渣を結締組織量としているが，この場合筋肉の磨砕の程度によつて結果が著しく異つてくる。その実験例は，1954年12月に函館で漁獲されたマガレイの精肉を2度肉挽器を通した精肉を，Tsuchiya 氏らと同じ方法で結締組織を定量したところ，100gの精肉に対する結締組織の窒素量は799，596，633，618，424mg であつて変動が著しく，同じ魚肉をホモゲナイザーにかけてよく破砕したものは8.0，1.0mg と数百分の一という結果となつた。このことから篩別法による場合には筋肉磨砕の程度を正確に規定しなければ，その結果を信頼し難いということになる。

篩別法が正確を期し難いので，次に種々の抽出液を用いて遠心分離法の検討をしてみた。これは用いた魚肉の鮮度によつても相違すると思うが，鮮度のよいものでは毎分 4,000 回転程度の器械で何れの抽出液による上澄液と残渣との境界が不明で，分離困難であり，正確な結果を期し得なかつた。

実験操作検討の第3番目として，結締組織以外の蛋白を酵素により消化して水に可溶とし，これを遠心分離する方法を試みた。この場合にはほぼ満足の行く結果が得られ，結局本研究の定量法は次の様な操作によつた。挽肉35.00gを秤り蒸溜水70ccを加え，ホモゲナイザーにかけピペットで容易に吸上げられ且つかなり均一な溶液となつているものを供試液とし，この15ccにpH8.0のM/15燐酸緩衝液で抽出した2％パンクレアチン液10ccを加え37°Cで5時間消化させ，後直ちに遠心分離し，蒸溜水で反復洗滌し，上澄液にニンヒドリンの反応がなくなるまでこれを繰返えした。この残渣を取出し20lbs，2時間加熱し，冷後2％の三塩化酢酸で抽出し，その窒素を測定して collagen窒素とし，残渣の窒素は elastin 窒素とし，両者の合計を結締組織窒素とした。

然しながらこの方法はホモゲナイザーや用いた酵素の作用力を厳密に規定出来ないから，一般的な操作方法として示すのが困難であるが，少くともこの研究で検討した範囲内では一定で且つ再現性のある結果が得られた。その一例を示すと次の通りである。同一の魚肉に同様の操作を4回繰返えした結果は，魚肉100g当りの結締組織窒素は277，297，288，293mgであつた。また酵素の消化時間と未消化の窒素量については次の如くであつた。即ち1954年12月産マガレイ精肉を試料とした時の反応時間0，1，2，4，5，10，20時間の未消化残渣の窒素は精肉100g当り 391，259，163，68，68，67，67であり，4時間以後は殆んど一定していて酵素が結締組織を消化して可溶ならしめているという現象は認められない。それ故安全性を考え上記の様に反応時間を5時間とした次第である。但しこの消化酵素の残渣が果して結締組織そのものであるかという

検討は行わなかつた。何故ならば，本研究の目的であるカレイ類の品質と対応させて考えるデーターとしては一定操作で再現性のある結果が得られれば一応目的が達せられるからである。

この方法により第3報の2に示してある1955年2月産マガレイ6尾について個体変化を測定し，同じく第3報の2に記載の同年1月産15種のカレイ類についても種類間の差異を調べ第1表と第2表とに示した。こ

第1表　個体変化

	1	2	3	4	5	6	
結締組織 N	192	158	144	144	173	158	mg%
C/E	3.00	3.68	3.97	3.97	3.53	3.68	

第2表　Collagen, Elastin 及び結締組織

	Collagen—N		Elastin—N		結締組織—N		C/E
	mg% 生肉	%全N	mg% 生肉	%全N	mg% 生肉	%全N	
ヒラメ	211.2	6.6	79.2	2.4	290.4	9.0	2.7
オヒョウ	196.8	6.3	40.8	1.3	237.6	7.6	2.0
マガレイ	120.0	4.4	64.4	2.3	182.9	6.7	1.9
マツカワ	86.4	2.9	62.4	2.1	148.1	5.0	1.4
ミズクサイシガレイ	123.0	4.3	42.2	1.5	165.2	5.8	2.9
	96.0	3.3	50.0	1.7	146.0	5.0	1.9
アサバ	159.2	6.1	45.5	1.8	204.7	7.9	3.5
ババガレイ	113.7	4.3	59.1	2.2	172.8	6.5	1.9
アカガレイ	159.3	5.5	45.4	1.6	204.7	7.1	3.5
カワガレイ	124.8	4.2	41.1	1.4	163.8	5.6	3.0
ナメタ	244.8	9.4	26.4	1.0	271.2	10.4	9.3
ソウハチ	182.5	6.9	40.9	1.6	223.4	8.5	4.5
スナガレイ	100.8	4.0	69.6	2.9	170.4	6.9	1.4
サメガレイ	158.5	6.2	19.2	0.8	177.6	7.0	8.3
アブラガレイ	100.5	3.9	9.6	0.4	110.1	4.3	11.1

の場合の試料肉は魚の精肉全体を挽肉としよく混ぜて均一にしたものである。また第1，第2表中のC/Eは elastin 窒素量に対する collagen 窒素の比である。

考　　察

結締組織窒素及びC/Eの平均値（$\bar{x}$）は161.5及び3.64で，標準偏差（S）は18.43及び0.357，5%水準で推定した母集団（m）は142.1～180.9及び3.26～4.01で，変動係数（C）は11.41及び10.30である。今第2表の種々の値についても個体変動が同じ程度であり，変動係数が10ほどであると仮定し，又これらの測定値が，試料数6ケの場合の測定値の平均値と大差がないものとすれば，5%の水準で推定しうる母集団の上限と下限とは測定値にその10%を増又は減ずることによつて示される。何となれば，標準偏差は平均値の⅓となり，n＝6のとき $\frac{St}{\sqrt{n}}$ は$\bar{x}$×0.105となるからである。個体変化の測定から第2表の値はこの程度の含みを以て考えねばならない。

次にこれらの測定値を品質及び利用法と較べてみた。利用法は第1報に示してある結果から主調理法により刺身，焼魚，煮付，その他に分類し，利用のウェイトによりこれらにそれぞれ1，2，3，4の階級を与え，これに属するカレイの種類数によつて順位を算出した。collagen，elastin，結締組織及びC/Eは大小により大から小へと順番をつけた。品質は第3報の1，2に示してあるのと同様に試食順位である。これらをまとめて第3表に示した。これを従来と同様に Spearman の方法によつて順位相関を検定し，結果を第4表に

第3表　品質，結締組織，利用法の特徴の順位

	ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	ババガレイ	アサバ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
(q) 品質順位	3	3	3	3	3	7.5	7.5	7.5	7.5	11	11	11	14	14	14
(C) Collagen—N	2	3	10	15	9	14	6	11	5	8	1	4	12	7	13
(e) Elasin—N	1	12	3	4	9	6	7	5	8	10	13	11	2	14	15
(ct) 結締組織 N	1	3	7	13	11	14	5.5	9	5.5	12	2	4	10	18	15
(C/E) C/E	8	9	11	13.5	7	11	4.5	11	4.5	6	1	3	13.5	2	15
(u) 利用法	3	3	10	3	6	10	10	10	10	3	14.5	3	10	10	14.5

第4表　順位相関の検定結果

q－c	q－e	q－ct	q－C/E	q－u	u－c	u－e	u－ct	u－C/E
0.110	0.498	0.285	−0.121	0.544*	0.387	0.454	0.218	0.101

示した。これから言えることは elastin 量のみが5％に近い水準で品質と関係があり，collagen 量，結締組織全量及び C/E は無関係だということである。品質と利用法とは関係があることが示され，また利用法とは elastin 量のみが5％に近い水準で関係があると言える。結局 elastin 量のみがカレイ類の品質及び利用法と関係あるかも知れないと結論しうる。

次に Tsuchiya 氏らの結果との比較である。本研究と共通した魚種はヒラメ，ババガレイ，マガレイ（マコガレイ），ミズクサ（ムシガレイ）の4種であるが，分析結果の一致しているのはミズクサだけで，他は2倍若くは3倍以上の差である。こうした差の原因は何であろうか。一致したのは偶然或いは間違いであろうか。それらの原因として考えられることは第1に個体変化であるが，本研究の検討結果では個体変化はそれ程大きいものではない。部位による変化は Tsuchiya 氏らによるとカレイ類の表と裏とでは差がなく，カレイ以外の魚では middle と tail とで著しい差がある。この部位の差が両者の差の原因となつているかも知れない。但し本研究で測定した結果は全魚体の精肉を混合したものについてである。次には季節的な変化も考えられる。上の記述にも見られる通り，12，1，2月のマガレイ鮮肉 100g 当りの結締組織窒素のmg 数は 68，183，162 であつて著しく変動が大きい。季節的変動に地域変動が加わつて大きくなつたものかも知れない。第4に考えられるのは定量法の相違である。但し簡別法であつても熟練した操作者によつて一定した再現性のある結果であつて，それをその方法による結締組織量として表示する限り問題はない。Tsuchiya 氏らとの相違はこの様な原因が重なり合つて生じたものであろう。今ここで問題としているのは結締組織の本質的なものでなく，同一時期に同一場所産の15種のカレイ類を再現性のある方法で分析し，予め求められてあ

る品質順位と対応させて考察したという所に大きな意義を求めたのである。

結　　論

品質優れ且つ刺身として利用される種類に elastin 窒素が多いという傾向が認められた。

謝　　辞

御指導賜つた村田喜一教授，また実験を援助された大野農業高校，池端弘氏に厚く御礼申上げる。

文　　献

1) Lehmann, K. B. (1907). *Arch. Hyg.* 1xiii, 134.
2) 大谷武夫・倉掛武雄 (1935). 日水誌 4, 195.
3) Tsuchiya, Y. & Takahashi, I.(1950). *Tohoku J. Agri. Res.* 1, 209.

函館産カレイ類の品質

第3報　品質を決定する要因

4 品質と酸可溶燐

大石圭一
（北海道大学水産学部水産食品化学研究室）

Qulity of Flatfish from Hakodate

Part 3. The factors deciding the quality

4. Relations between the quality and the amount of acid soluble phosphorus

Keiichi ŌISHI

Abstract

The rapid deterioration in the palatability of white muscle fish such as cod flatfish etc. is well known. As the compounds in the fish muscle connected with such rapid changes in the palatability, high energy phosphate such as creatine phosphate, ATP etc. are mentioned. So, it is necessary for the present author to follow that these high energy compounds may have their own good taste or may have the ability to keep the palatable substances or palatable conditions secure. These high energy substances are often determined as the acid soluble organic phosphorus or △"7P which is decomposed to inorganic phosphate.

In this paper, acid soluble △ 7P and inorganic phosphorus in the muscle of fifteen species of flatfish are determined twice. Even in the freshest sample in the market, a great part of organic phosphorus in the muscle has been exhausted and seemed to turn to inorganic form releasing its energy.

After comparing the quality of fish with the quantity of inorganic phosphorus by the Spearman method, a high level significance is found to exist between the two items.

Moreover, the individual deviation concerning acid soluble inorganic phosphorus is five per cent as a coefficient of variance.

ま え が き

品質と酸可溶燐との関係を調べたのは次の理由による。カレイやタラの様な白身の魚は鮮度が低下し易いと言われている。例えばタラは〝鱈の沖煮〟と言われる位，鮮度と味との関係が認められており，また刺殺された魚と苦悶死したものとでは味が異ると言われ，1955年京都魚市場で調べたものでは，両者に，価格で，第1表に示した様な差を生じている。

この様に死後鮮度低下と共に急激に変り，また生前の筋肉活動の程度に応じて変化するものとして第一に考えられるものは，ＡＴＰとかクレアチン燐酸（ＣＰ）とかの動物筋肉のエネルギー源となる物質である。これらの化合物は味の本体そのものではないとしても直接或いは間接に呈味物質或いは呈味条件の保護に関与し，魚肉，特に鮮度を尊ぶ白身の魚肉の品質と密接な関係があるかもしれない。それ故まず高エネルギーの燐酸の定量を行つてみた。

第1表 魚体取扱の相違による価格差の一例

（於 1955年1月京都魚市場， 円/貫）

	メイタガレイ	ヒラメ	ヘイジガレイ（ホシガレイ）	サガレイ	イシガレイ	シタガレイ	ソウハチ
刺殺せるもの（硬直前）	200	250	180	なし	なし	なし	なし
苦悶死せるもの	50	100	80	60	50	80	30

実 験

定量方法は，標準生化学実験[1]記載のものによつた。即ちまず市販の新鮮なカレイの普通肉を採取し，これを10%三塩化酢酸で抽出し，その一部をＩＮHClで7分間分解し，他はそのままでFiske及びSubbarowの方法で燐を比色定量した。後者は無気燐で前者との差はいわゆる7分燐（△７Ｐとして示される）であつて，その中にはＡＴＰの%などが含まれている。

まず，第3報の2に記してある1955年2月産のマガレイ6尾を用いて個体変化を調べて第2表に示した。

第2表 無機燐及び有機燐の個体変化 （生肉100グラム当り）

	1	2	3	4	5	6
無機ーP×10mg%	13.5	13.5	14.	13.5	12.5	14.5
有機ーP×10mg%	0	0	1	0	0	0

同様，第3報の2に記載の2月及び3月産の各魚種についても同様に分析し，その結果を第3表に示した。第3表から，極めて新鮮なものにでも有機燐は殆んど含まれていない事が知られた。

第3表 カレイ類の酸可溶燐含量 （生肉100g中のmg%）

		ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサ	イシガレイ	アサバ	バガレイ	アカガレイ	カワガレイ	ナメ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
2月	無機燐	175	140	135	135		135	105	130	125	130	115	125	90	105	130
	有機燐	0	0	0	0		10	0	0	0	0	0	0	0	20	0
3月	無機燐	140	170	175	105	130	145	150	125	125	170	110	120	135		135
	有機燐	10	10	0	10	0	20	0	0	0	0	0	10	0		0

考 察

無機燐の個体変動を調べた所，平均値（x̄）は13.6，標準偏差（S）は0.664，5%水準の母集団は12.9～14.3で変動係数（C）は4.88であり変動は割合少なかつた。

品質との関係に対する考察は次の様にした。2月と3月との無機燐の平均を大小の順に配列し，これと試食順位とを Spearman の方法により相関係数を求めた所，0.5776であり，5％水準て品質と関係あることが知られた。

高エネルギーの有機燐化合物は不安定で無機燐に移行し易いものであるから，品質の優れた試料に無機燐が多いということは有機燐も多かつたのではないかと推定し得，更に飛躍して高エネルギーの物質が何らかの形で品質と関係があるものと考えられる。

結　　論

酸可溶無機燐は品質の優れたカレイ類に多く存在する傾向にある。

謝　　辞

御指導賜つた村田喜一教授と実験を援助された岡橋賢哉氏に厚く御礼申上げる。

文　　献

1) 江上不二夫外 (1953). 標準生化学実験. 623p. 東京; 文光堂.

函館産カレイ類の品質

第3報 品質を決定する要因

5 品質とエキス窒素との関係

大石圭一
(北海道大学水産学部水産食品化学教室)

Quality of Flatfish from Hakodate

Part 3. The factors deciding the quality

5. Relations between the quality and the extractive nitrogen

Keiichi ŌISHI

Abstraet

The close relations between the palatability of the meat of many sorts of aquatic animals, and the quantity of some sorts of extractive nitrogen, has been investigated by some Japanese researchers. To ascertain these relations, quantitative estimations were made of total nitrogen of hot water extractive, mono and di-amino fractions, so-called humin fraction and trichloroacetic acid precipitate, and also amino nitrogen of mono and di-amino fractions. Then comparisons of the fish quality and the quantities of nitrogen estimated in this experiment, were carried out by Spearman's rank correlation method.

In conclusion, only the amount of amino nitrogen of the diamino fraction is found to be significant with the quality of flatfish in rank correlation.

まえがき

魚肉の味はエキス成分中にあると考えられるが，それを完全に証明し得る事実がない。勿論何らかの方法によつてエキスを抽出された魚肉は極めて味のないものであるが，抽出したエキスにその魚肉と同様な味があるわけでなく，又それをもとの魚肉に加えた所で前同様な魚の味が生ずるわけでもなく，從つて魚肉の味にはエキス成分のみを以て律することが出来ない factor α があるもの〻様である。一方エキスには抽出母体の味がかなり含まれていることも事実である。のみならず，エキスそのものはもとの被抽出物より美味である例もある。例えば，鰹節や昆布のダシ，スープなどは原材料そのままを食するよりも遙かに美味である。エキスそのものの研究により，味を完全に知り尽すことは困難であるとしても，或る程度何物かが得られるであろう。

清水氏[1]は数十種の魚介肉エキスの窒素形態を分析し，赤身の魚肉やカレイ類，イカ類，イカ類の乾製品であるスルメ類等と味との関係を論じて居る。その結果白身の魚は赤身の魚に較べてエキス窒素量，燐タングステン酸で沈澱するジアミノ区窒素量の少いことを認めている。カレイ類の場合はエキス窒素の量やその形態はどの様になつているのであろうか，本報では特にその点を吟味してみた。

実験

先づ第3報の2に示してあるのと同一の10月産カレイ類の熱水可溶窒素を測定し，第1表に掲げた。これ

第1表 熱水可溶窒素 (生肉100g中のグラム数)

ヒラメ	オヒョウ	マガレイ	マツカワ	ミズクサイシガレイ	アサバ	ババガレイ	アカガレイ	カワガレイ	ナメタ	ソウハチ	スナガレイ	サメガレイ	アブラガレイ
0.54	0.38	0.41	0.49	0.43	0.35	0.50	0.47	0.58	0.42	0.64	0.38	0.57	0.44	0.44

には gelatin なども加わつていて，その分だけ多い目に示されている筈である。次に同様第3報の2に示してあるヒラメ，マガレイ，ババガレイ，アサバ，スナガレイ，サメガレイの6種のエキス窒素の形態を調べた。魚の試料は中等大の雌を望んだのであるが，アサバガレイは雄であり，スナガレイは小型のものであつた。ババガレイは産卵直後のものであつた。魚体より精肉を採取，肉挽器にかけて均一にし，この100gに無水アルコールを加え濃度を70%として抽出，残渣を70%アルコールでニンヒドリンの反応が微かとなるまで洗滌を繰返えし，これを一夜放置し生じた沈澱を濾し去つたものを減圧してアルコールを除き，清水氏[1]の分析と同じ操作を行つた。但しサメガレイの場合は抽出エキスをエーテルで脱脂した。かくして調製されたエキス中には三塩化酢酸で沈澱する窒素化合物がかなりあるのでそれをも定量し，これらの結果を第2表に示した。更に実験の精度を確認するために12月産マガレイについて同一魚肉を用いて同様な実験を3度試みた。その結果を第3表に示した。

第2表 カレイ類のエキス窒素の形態

	ヒラメ	マガレイ	ババガレイ	アサバ	スナガレイ	サメガレイ
エキス全N	257 (100)	252 (100)	211 (100)	323 (100)	294 (100)	215 (100)
モノアミノ区N	57 (22)	75 (30)	46 (22)	101 (31)	155 (53)	48 (19)
ジアミノ区N	143 (56)	121 (48)	150 (71)	158 (49)	67 (23)	107 (50)
ヒーミンN	54 (21)	31 (12)	21 (10)	56 (17)	67 (23)	19 (9)
計	254 (99)	227 (90)	217 (102)	315 (98)	289 (98)	174 (81)
全アミノN	46 (18)	45 (18)	39 (18)	72 (22)	62 (21)	47 (22)
モノアミノN	33 (13)	33 (13)	30 (14)	55 (17)	46 (16)	31 (14)
ジアミノN	13 (5)	13 (5)	7 (3)	12 (4)	6 (2)	8 (4)
計	46 (18)	46 (18)	37 (18)	67 (20)	52 (18)	39 (18)
TCA沈澱N	26 (10)	56 (22)	17 (8)	50 (15)	27 (9)	13 (6)

第3表 マガレイのエキス窒素の形態

	エキス全N		モノアミノ区N		ジアミノ区N		ヒーミンN		計	
No. 1	288	(100)	66	(23)	162	(56)	54	(19)	282	(98)
2	——		60		126		28		213	
3	288	(100)	63	(22)	170	(59)	51	(18)	284	(99)

考 察

熱水可溶窒素量の多少により順位をつけ，既に求められた試食実験による品質順位と Spearman の方法により比較したところ rs は −0.127 であつて殆んど関係を認め得なかつた。

またエキス窒素の形態と品質との関係であるが，これもSpearmanの方法で検討するために順位を附けた。品質は試食順位に応じてヒラメ，マガレイ，ババガレイ，アサバガレイ，スナガレイ，サメガレイにそれぞれ 1.5, 1.5, 3.5, 3.5, 5.5, 5.5 の順位をつけ，他はそれぞれの量の大小に応じて順位をつけて相関を検定した。その結果を第4表に示したが，これではジアミノ窒素量のみが5%に近い水準で品質と関係があるということになつた。

第4表 品質と各エキス窒素の形態との相関々係

エキス全N	モノアミノ区N	ジアミノ区N	ヒーミンN	アミノ全N	モノアミノN	ジアミノN	TCA沈澱N
0.136	− 0.713	0.500	0.043	− 0.414	0.057	0.867	0.500

清水氏のヒラメに関する同様な分析結果がありそれに比較すると本研究の方がエキス全窒素が幾分少なく，またモノアミノ区窒素とジアミノ区窒素の比率が逆になつている。にも拘らずアミノ態窒素の方は清水氏と大体同じような結果を得ている。モノアミノ区窒素，ジアミノ区窒素の差を吟味する為に行つた実験結果の第3表を見ると，両者の変動係数は 14.6% と 3.1% とであり大きな変動ではない。また，スナガレイの場合には清水氏の多くの例のようにモノアミノ区窒素はジアミノ区窒素よりも多い。この2つの事実から本研究の操作が偏していたとは考えられない。モノアミノ区，ジアミノ区両窒素量は相違するにも拘らず，アミノ態窒素量は同じであるということは，清水氏のいうヒーミン窒素或いは三塩化酢酸で沈澱する物質の燐タングステン酸に対する微妙な作用の変化によつて導かれたものであろう。

結 論

各種エキス窒素の形態のうち，カレイ類の品質と関係ありそうに見えるのは，ジアミノ区アミノ窒素量だけである。

謝 辞

御指導賜つた村田喜一教授に厚く御礼申上げる。

文 献

1) 清水亘 (1958). 水産利用学. 400p. 東京；金原出版.

STUDIES ON THE MUSCLE MEAT OF *PARALITHODES CAMTSCHATICA* (TILESIUS)-(II)

Eiichi TANIKAWA, Yoshio NAGASAWA and Minoru AKIBA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

X. SHRINKAGE OF CRAB MEAT BY HEATING

Since the invention of so called "low temperature boiling method"[3a, 3b, 3c] has been perfected in order to make canned boneless crab meat or to prevent the bluing of canned crab meat, the authors have been obliged to ascertain the physical or chemical properties of crab meat.

Studies in this series have previously been published to clarify the solubility, swelling and heat coagulation of crab meat (*Paralithodes camtschatica*); here is presented a study on the heat-shrinkage of the meat during the boiling process ("high temperature boiling method" or "low temperature boiling method").

1. Difference of heat-shrinkage by the parts of crab meat

(1) Experimental material

Leg meat of fresh raw crab (of which V.B.-N was 7.23 *mg%*) was cut at the joints. Then the crust was carefully removed with a knife without injuring the skin of the meat. The meat was divided into four parts: "first leg meat" (round meat), "joint meat" (so called scallion-type meat), "second leg meat" (so called pepper-type meat) and "claw meat" (not so called "scissor" meat). (Ref. Fig. 24).

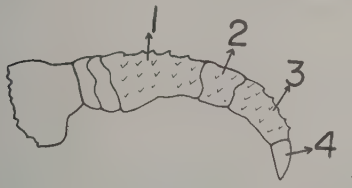


Fig. 24. Names of parts of crab leg meat
1. First leg meat
2. Joint meat
3. Second leg meat
4. Claw meat

(2) Experimental method

The estimation of shrinkage of the crab meat was undertaken by means of the instrument shown in Fig. 25.[24] Each end of the sample meat (1) was tied vertically with cotton string, of which the lower string was fixed to the fixed bar (2), and the other end was hung from an end (a) of the lever (3). The sample meat was soaked in a thermostat (a water tank with thermoregulator).

An iron chain having a known definite weight was suspended from the other end (b) of the lever (3) in order to keep the lever in horizontal position. The distance of the bindings of the sample meat (the upper and lower parts) with cotton string was about 5 *cm*. The water in a tank was heated by electric heater with agitating. The temperature of the water was regulated by a slide regulator in order to increase the temperature at about 2.5°C per minute.

By heating the crab meat begins to show shrinkage. The state of shrinkage of the

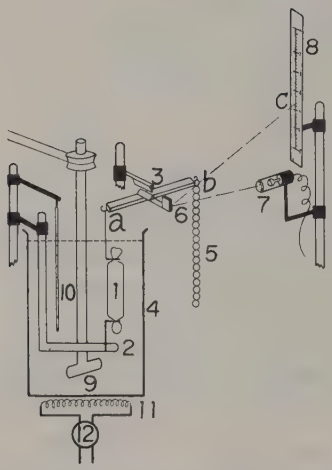


Fig. 25. Apparatus for estimating heat-shrinkage of the crab meat
1. Sample meat
2. Fixed bar 3. Lever
4. Water tank
5. Iron chain 6. Mirror
7. Lamp 8. Lamp-scale
9. Agitator
10. Thermometer
11. Heater

meat is transmitted and presented as follows: the shrinkage of the meat → lever → mirror (6) → lamp-scale (8). The distance of the movement of the light beam on the lamp-scale is measured by the scale nicked on the lamp-scale. The degree of the shrinkage is calculated by the following equation:

$$\varepsilon = \frac{l_n - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{\Delta l}{l_o} \times 100 \cdots\cdots\cdots(1)$$

Here, ε is the ratio of the shrinkage of the meat, l_o is the initial length of the meat, l_n is the length after the heating, Δl is variation of the length during the heating.

In this case, when the worker knows distance of the movement of the light beam representing a definite degree of shrinkage of the sample meat, the ratio of shrinkage of the sample meat is directly obtained by observation of the distance of the movement of the light beam on the lamp-scale.

In this experiment, distilled water was used for the heating. The results as to sea water or fresh water for the heating will be reported below in a later part of this paper.

(3) Experimental results and discussion

The variations of ratios of shrinkage of the first leg meat, the joint meat, second leg meat and claw meat by the heating temperatures are shown in Fig. 26.

As seen in Fig. 26, there are two parts in the curves showing the variations of the ratios of shrinkage of the meat: a part in which the ratio of shrinkage rapidly increases, and the other part in which the ratio increases slowly until almost horizontal. In other words, with the rising of the heating temperature, the meat begins shrinkage rapidly at a definite temperature; with further rising, rapid shrinkage turns to a slow shrinkage, followed by rapid shrinkage again and finally to slow shrinkage.

Thus the course of shrinkage takes two or three steps. Here the authors have called the step which occurred at first in the curve, i.e., from the beginning of rapid shrinkage to the end of the slow shrinkage, "the first step of shrinkage", in which first step both the stages of rapid shrinkage and of slow shrinkage are included.

Once more let attention be given to Fig. 26. There will be observed that there are differences of the conditions of shrinkage caused by heating in the different parts of crab meat. The ratio of shrinkage of the first leg meat during the heating was the most

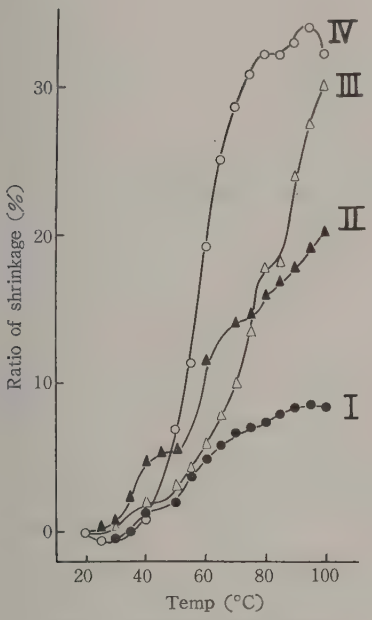


Fig. 26. Variation of the ratios of shrinkage of the sorts of crab meat caused by heating temperatures
—●— I. First leg meat
—▲— II. Joint meat
—△— III. Second leg meat
—○— IV. Claw meat

small (ε was only 8.47 %), with the joint meat, the second leg meat and the claw meat in order following.

The ratio of shrinkage of claw meat was the largest (ε was 34.7 %). Inspecting the difference of the variations of the ratios of shrinkage of the meats during heating in Fig. 26, one will notice that the curve of the first leg meat (curve I) resembled that of joint meat (curve II).

Those meats began shrinkage at 30° ~ 35°C and reached the part of slow shrinkage at 40° ~ 50° and thus the first step was over. When the heating temperature became higher than above 50°C, the second stage of rapid shrinkage began to occur continuing until 70°C temperature was reached. Another stage of slow shrinkage occured between from 70° to 80°C. Thus "the second step of shrinkage process" was over. When the heating temperature became higher than 80°C, shrinkage began to occur again, and slow shrinkage process continued from 95° to 100°C. Thus "the third step" was over. When the heating temperature became higher than 100°C, the meat, which has shown shrinkage to this temperature, began reversely to lengthen. Thus there are observed to be three steps of shrinkage by heating in the case of the first leg meat and the joint meat.

As to the second leg meat (curve III), the first step of shrinkage began to occur at 30°C, and reached the slow shrinkage stage at 35° ~ 45°C; rapid shrinkage began to occur at 45° ~ 80°C again, and then the slow shrinkage appeared at 80° ~ 85°C. Thus the second step of shrinkage was over. At 85° ~ 100°C the rapid shrinkage occurred. Thus shrinkage of the second leg meat had only 2 steps with rising of the temperature.

As to the difference of shrinkage of the second leg meat from the first leg meat or the joint meat, the parts of slow shrinkage, which show clear boundaries of each step of shrinkage process, are shorter in the former than in the latter.

As shown by curve IV (the claw meat), the rapid shrinkage began at about 35° C, continued straight to 80°C, and reached to the stage of the slow shrinkage at 80° ~ 85°C. At 85° ~ 95°C the shrinkage began again, and above 95°C, the meat shrinkage did not

occur but contrawise the length increased. Thus the curve of shrinkage of the claw meat caused by heating has only one step.

According to the results above described, the ranges of the temperature of slow shrinkage of various parts of the leg meat are shown in Table 4.

Table 4. Ranges of the temperature of slow shrinkage of parts of the leg meat of crab

Part / Step	1st leg meat	Joint meat	2nd leg meat	Claw meat
1	40° ~ 50°C	40° ~ 50°C	35° ~ 45°C	?
2	70° ~ 80°C	70° ~ 80°C	80° ~ 85°C	80° ~ 85°C
3	95° ~ 100°C	95° ~ 100°C		

As seen in Table 4, the curves of the first leg meat and the joint meat have three steps with the rising of the heating temperature; on the other hand the curve of the second leg meat has only two steps.

In the process of shrinkage of the meat as a respect of heating, the fact that there are two occurence of slow shrinkage at 40° ~ 50°C and again at 70° ~ 80°C, suggests the presence of two main groups of protein in the crab meat as observed in the curves of the dehydration of the meat by heating or of the heat coagulation reported previously in section, VIII[33] of these studies.

The first slow shrinkage of the meat at 40° ~ 50°C is suggeted to have happend as a result of the coagulation of myosin (actomyosin), and the second slow shrinkage at 70° ~ 80°C by the presence of the non-myosins (myogen, haemocyanin, etc.).

However, in curve IV (the claw meat), there is no slow shrinkage process at 40° ~ 50°C, a rapid shrinkage is seen from 35°C, the ratio of shrinkage shows uniform increase, and a slow shrinkage was seen at 80° ~ 85°C. Between 85° ~ 95°C, rapid shrinkage was observed, but above 95°C, on the contrary the meat lengthened.

The results as above obtained in the claw meat may be explained by the fact that in the claw meat there is small amount of myosins, therefore the slow shrinkage process at 40° ~ 50°C owing to the heat coagulation of myosins was not remarkable. Besides the above explanation, the difference of the histological construction of the claw meat from the other parts of the leg meat is suggested. That is to say, the claw meat has smaller amount of muscular tissue, and larger amount of epidermis tissue than other parts of the leg meat. As observed in the previous section, II,[33] the epidermis tissue of *Paralithodes camtschatica* has the construction of connective tissue. According to Takahashi,[34] collagen fiber in the connective tissue of fish skin of cod, shark and salmon begins shrinkage when heated at 33° to 40°C. The fact that the claw and second leg meat begins to shrink rapidly at comparatively lower temperature, at about 35°C, than other parts of the leg meat seems to be owing mainly to shrinkage of collagen fiber in the claw and second

leg meat.

Such being the case, the difference of the curve of shrinkage of the meats caused by heating between first leg meat or joint meat and second leg meat or claw meat seems to be owing to the difference of the histological construction. In other words, in first leg meat or joint meat the part of muscular tissue is thick, therefore the ratio of epidermis tissue to muscle tissue is small, but in second leg meat or claw meat the part of the muscle tissue becomes thin, therefore the ratio of epidermis tissue to muscle tissue becomes large. Such being the difference, in first leg meat or joint meat shrinkage of the muscle tissue proteins of the meat appears remarkably; on the other hand, in second leg meat or claw meat the shrinkage of the epidermis tissue protein (mainly, collagen) appears remarkably, because shrinkage of the muscle tissue protein seems to be inferior than that of the epidermis tissue protein. That is to say, the difference of the curves of the shrinkage of each parts of the meat seems to be owing to both the quantitative and the qualitative differences of meat protein, especially to differences of the amount of connective tissue. The difference of the amount of connective tissue will be examined in another section of these studies.

2. Difference of heat-shrinkage of different tissue of the leg meat of crab

From the results previously obtained, the curve of heat-shrinkage of the crab leg meat seem to be the sum of the ratio of the shrinkage of muscle tissue protein and epidermis tissue protein which are principal components of the crab leg meat. Here it is important to know the ratio of shrinkage of each unit part respectively of tissue comprising leg meat.

The authors have divided the first leg meat into such the parts as muscle, epidermis and tendon, and the ratios of the shrinkage of each part were estimated.

(1) Sample and experimental method

Each end of the first leg meat of fresh *Paralithodes camtschatica* was cut at the parts of the joint; tendon was removed carefully with a knife. Then the crust was carefully removed shaving with a large knife.

The surface skin of the leg meat was torn off with a knife in direction parallel with the bundles of muscle fiber. The thickness of the surface skin was about 0.5 *mm*; the muscular part was taken as the remainder when surface skin and tendon had been removed. In order to remove muscle tissue from the back of the surface skin as completely as possible, the surface skin was washed with distilled water, then with 2 % NaCl solution to remove the soluble chemical components after Sasaki.[34]

The three parts of the leg meat divided were used for the sample.

The ratio of heat-shrinkage of each sample was estimated by the same instrument as that shown in Fig. 25.

(2) Results and discussion

Results obtained are shown in Fig. 27, in which curve I shows the ratio of shrinkage of the surface skin (epidermis), curve II shows that of the muscular part, and curve III that of tendon.

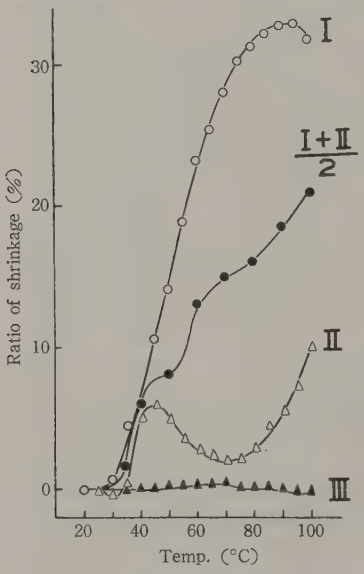


Fig. 27. Variation of the ratios of shrinkage of the different tissues of crab leg meat
I. Surface skin (Epidermis)
II. Muscular part
III. Tendon

As seen in curve I (surface skin) of Fig. 27, rapid shrinkage began at about 30°C, but became slow from about 70°C. At about 95°C, the meat lengthened reversely. In curve II (muscular part), the first step of shrinkage is seen at 35° ~ 45°C. In the range between 50°C and 70°C the meat lengthened reversely. From about 75°C shrinkage began again, to be observed until 100°C. In curve III (tendon), the maximum ratio of shrinkage was observed slightly at about 70°C. To summarize those findings, shrinkage of the surface skin (epidermis) by heating was compartively rapid and simple; on the other hand the shrinkage of the muscular part showed two steps.

Considering the first step in the curve of shrinkage of muscle tissue which is seen at 35° ~ 45°C, caused by the thermo-vibration of myosin molecule which is filamentous protein, there was formed a net work construction in the myosin molecule; then with rising of the temperature the heat energy increased and the net work construction formed already seemed to be destroyed and the meat lengthened.[35)36)]

The fact that in curve I the temperature at which shrinkage began is comparatively low, 30°C, and that there is observed no remarkable step in muscle tissue seemed to be owing to the histological characteristic of the connective tissue which is the main constituent of surface skin (epidermis).

But the fact above described also seem to have a relation with the amount of collagen or shrinkage of collagen fiber by heting. However, in the curves of shrinkage of the surface skin and muscular part showing different types, the opposite phenomena, shrinkage and lengthening, were observed remarkably above 45°C. Therefore, if the mean curve $\left(\frac{\text{curves I + II}}{2}\right)$ be drawn from the two curves, there is observed two processes of slow

shrinkage in the ranges of 40° ~ 50°C and 60° ~ 80°C, and the new curve resembles the curve of the ratio of the heat-shrinkage of the first leg meat (Curve I. in Fig. 26.)

From the discussion above, shrinkage of the various sorts of crab meat samples depends on the shrinkages of the surface skin and muscular part.

3. Difference of the heat-shrinkage of crab meat with the degree of freshness of the meat

According to the results obtained in Experiments VIII and IX in the previous paper[33], the ratio of dehydration or adsorption by heating in water is clarified to differ according to the freshness of the crab meat.

The ratio of dehydration of unfresh meat was larger than that of fresh meat, while the ratio of adsorption was the contrary. Here, the authors report a study on the influence of the freshness of the meat on shrinkage by heating.

(1) Sample and experimental method

From the carcasses which were landed 24 hours after the capture, the second leg meat (with the crust) was removed, and was stored at 5° ~ 8°C to prepare unfresh samples. Thus the sample having various freshness were made as follows: fresh meat of which volatile basic nitrogen (V.B.-N) was 7.23 *mg%*, pretty unfresh meat of which V.B.-N was 15 *mg%*, and unfresh meat of which V.B.-N was 21.3 *mg%*. The amount of V.B.-N was estimated by Conway's method. By the use of such sample having various degrees of freshness, shrinkage of the meat by heating was observed as well as in Article 1.

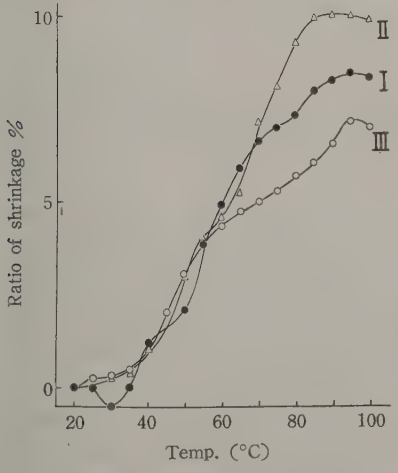


Fig. 28. Variation of the ratios of heat-shrinkage of crab second leg meat having various degrees of freshness
—●— I. Fresh meat
—△— II. Pretty unfresh meat
—○— III. Unfresh meat

(2) Results

Results obtained are graphed in Fig. 28.

In Fig. 28, curve I shows the ratio of shrinkage of the fresh meat by heating, curve II shows that of pretty unfresh meat and curve III shows that of unfresh meat.

Viewing roughly each curve, one will notice that the ratio of shrinkage of the crab meat once increased with lowering of freshness, but below a definit degree of freshness, the ratio decreased. As to curve I of fresh crab meat, the first and second steps were observed remarkably within ranges of 30° ~

45°C and 50° ～ 75°C respectively, on the contrary in curve II and curve III which show lowered freshness of the meat, those steps were not remarkable. The difference of shapes of curves I, II and III is considered to be owing to the difference of the ratio of dehydration or adsorption and amount of soluble component dissolved from the meat all which are brought by lowering of freshness.

4. Shrinkage of the meat of various freshness resultant from heating in fresh water or sea water

In this experiment, the authors have studied shrinkage caused by heating of the meat having various degrees of freshness, in order to know how shrinkage is influenced by the difference of the kind of heating water.

(1) Sample and experimental method

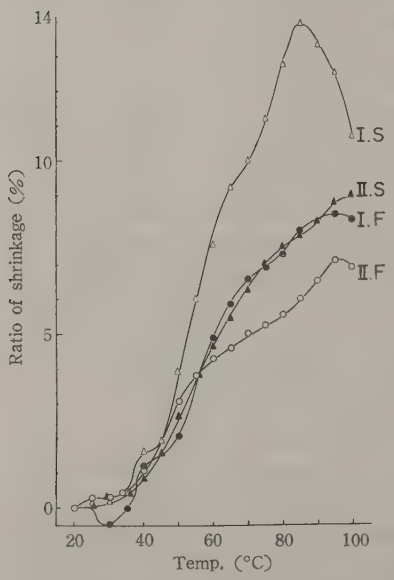


Fig. 29. The heat-shrinkage of the crab second leg meat in fresh water or sea water
—●— I.F—Heating the fresh meat in fresh water
—△— I.S—Heating the fresh meat in sea water
—▲— II.S—Heating the unfresh meat in fresh water
—○— II.F—Heating the unfresh meat in sea water

The second leg meats of which the freshness differed were heated in fresh water or sea water. The fresh meat sample of freshness 10 *mg%* of V. B. -N, unfresh meat of which freshness was 21.3 *mg%* were used.

(2) Results and discussion

Results obtained are shown in Fig. 29.

In Fig. 29, curve I.F shows shrinkage of fresh meat by heating in fresh water, curve I.S shows that of fresh meat in sea water; curve II.F shows that of unfresh meat in fresh water, curve II.S shows that of unfresh meat in sea water. As shown by those curves, the ratio of shrinkage in sea water, in spite of freshness of the sample, was larger than in fresh water.

In the case of heating the fresh meat in fresh water, as observed above in the heating in distilled water, the first and second steps were observed the temperature ranges of 35° ～ 45°C and 50° ～ 75°C respectively, also in fresh or sea water. However, in the sea water, the second step was observed at the range of 45° ～ 70°C. On the one hand, in the curve of shrinkage of unfresh meat by

heating in fresh or sea water, there were not observed remarkable two steps different from fresh meat, as well as in Experiment 3 described above. The fact that the ratio of the shrinkage of the meat by heating in sea water is larger than that in fresh water, and in the case of heating above 85°C, the meat lengthens as observed in curve I.S, agrees with Shimidu's results.[23] He found that in the curve of the ratio of dehydration (or heat-coagulation curve) of heated fish meat, the ratio of dehydration of the heated fish meat in NaCl solution is larger than that in fresh water, and that the peak in the curve of dehydration is influenced by the addition of an electrolite (*e.g*, NaCl), and it becomes sharp.

According to Takahashi *et al.*,[19] when shark skin is heated at a definite temperature (50°C) in fresh water, with the passage of heating time it begins to shrink, and after that it lengthens reversely; on the contrary, when the shark skin is heated in NaCl solution, there is observed no lengthening after the shrinkage. In the former case the net work construction formed (as result of the formation of the net work, shrinkage occurs) in collagen protein molecules caused by heat vibration of collagen molecules, will dissociate with the increasing of heat energy by length of heating time, consequently the lengthening of the meat will occur. In the latter case, by heating in NaCl solutions, as ionic binding will be formed besides the mutual binding among net work constructions; the dissociation of net work construction will be caused to occur not easier than the former with increasing of heat energy after the shrinkage, therefore there is observed no remarkable lengthening after the shrinkage.

5. Difference of the ratio of shrinkage from the various pH of boiling water

The authors have known that the solubility, ratios of swelling and dehydration were varied remarkably by the different value of pH.

Here the author record their observations of the change of the ratio of shrinkage by heating in water having different values of pH.

(1) Sample and experimental method

Fresh second leg meat of *Paralithodes camtschatica* was heated in the solution having various values of pH which were adjusted by 0.1 N HCl or 0.1 N NaOH solution; the change of ratio of shrinkage of the meat was observed in the same way as in the previous experiment.

(2) Experimental results

Results obtained are shown in Fig. 30.

In Fig. 30, curves I ~ VI show the variation of the ratio of shrinkage of the meat caused by heating in solutions of pH 3.5, 5.1, 6.8, 8.0, 9.5 and 11.9, respectively. In general, in Fig. 30, it was observed that shrinkage occurred rapidly and the ratio of

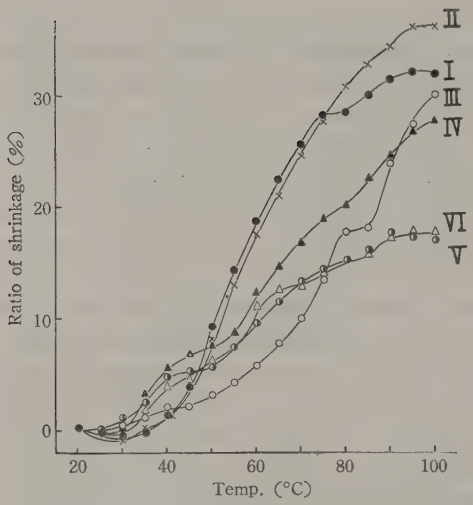


Fig. 30. The heat-shrinkage of the crab second leg meat in water having various pH values
I. pH 3.5, II. pH 5.1, III. pH 6.8
IV. pH 8.0, V. pH 9.5, VI. pH 11.9

shrinkage was large on the acidic side, but it occurred slowly and the ratio was small on the alkaline side. The ratio of shrinkage once increased above pH 7.0, but it decreased on the high alkaline side as observed in curve V of pH 9.5 and in curve VI of pH 11.9.

In curve III to VI which show the ratio on the alkaline side, there are observed the first and second processes of shrinkage in the ranges of 30° ~ 50°C and 50° ~ 85°C (the difference of the range of the temperature may be somewhat granted), but in curve II which shows the ratio in the acidic side the first and second processes were not remarkable, and in curve I one stage of the shrinkage at 75° ~ 80°C was only slightly observed.

The fact that curve II of pH 5.1 shows comparatively larger ratio of shrinkage of the meat than other curves, and on the curve that there is observed no variation of the shrinkage may have some relation with the fact noted in the previous articles IV, that the isoelectric points of crab flesh proteins were at pH 4.5~5.0, and that the degree of swelling and the ratio of dehydration of crab meat protein were of minimum and maximum value at about pH 5, respectively. When the crab meat is heated in the solution of about pH 5, the meat protein shows isoelectric reaction, and the meat protein begins to coagulate before the heating; therefore remarkable shrinkage of the main proteins in the meat may not occur. The fact that curve II of pH 5.1 in Fig. 30 is situated in higher position than in curve I in Fig. 27 which shows the ratio of shrinkage of surface skin of crab meat, is suggested to be owing to the reason that in curve II in Fig. 30, the phenomenon of the shrinkage of the crab meat does not only show owing to the isoelectric reaction above described, but also to the fact that the surface skin of the crab meat, or collagen in the connective tissue among the bundles of muscular fibers show the isoelectric reaction at pH 5, and therefore the ratio of shrinkage of the meat increases owing to the coagulation of collagen. This suggestion will be supported by the fact later described that the isoelectric point of the collagen in the crab meat is pH 5 ~ 6, and in that range of pH the degree

of the swelling of collagen shows the minimum.

The fact that above pH 8.0 the ratio of shrinkage of the crab meat decreases, will have some relation to the fact that the dissolving amount of crab meat protein increases above pH 8.

XI. COLLAGEN IN THE CRAB MEAT

From the obtained results described in the previous Article II[33] of these studies, the histological construction of crab leg meat was ascertained to be different from that of fish meat. In crab leg meat, it was observed that at the inner side of the surface skin which is like connective tissue, many blocks of muscular fiber bundles are arranged, with the chinks between blocks occupied by connective tissues. (Ref. Fig. 3 in Article II, in the previous paper.[33]) Those histological characteristics of the crab meat are considerd to have intimate relations with degree of the swelling, ratio of dehydration or the ratio of the shrinkage resultant from heating.

In this article, the authors report studies on the collagen which is main protein in connective tissue in crab meat.

1. Amounts of collagen, mucin and elastin in crab meat

The amounts of collagen, mucin and elastin in crab leg meat including surface skin were measured.

(1) Sample

Raw leg meat from the fresh carcass of crab (*Paralithodes camtschatica*) was removed from the crust with a large knife; it was frozen (at −20°C), and then was brought to the laboratory. After defrosting at room temperature, the leg meat was used for the sample. As control, frozen chum salmon meat was used as well as the crab meat.

(2) Experimental method

Each 50 *g* of the crab leg meat and salmon meat which were crushed with a mixer were treated according to the following scheme (Scheme 2) after Takahashi's[19] and Sasaki's[34] methods. Insoluble components in the meats were fractionated in some groups. The amounts of nitrogen of collagen (as gelatine), mucin and elastin were estimated by the micro-Kjeldahl method.

(3) Results

Results obtained are shown in Table 5.

As seen in Table 5, the amounts of collagen and mucin in crab meat were larger than those in salmon meat; in the dried matter the amounts of both components in the former were about three times those in the latter.

On the other hand, the amount of elastin in crab leg meat was 0.035 % for the raw meat (0.096 % in the dried matter), but it was 0.159 % for the raw salmon meat

Scheme 2. Method for classification of water insoluble protein from crab meat

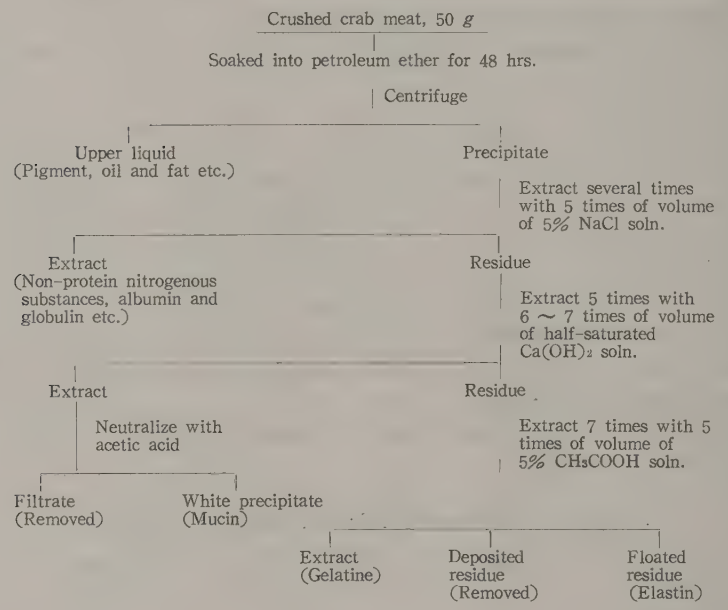


Table 5. Amounts of collagen and mucin in crab leg meat and salmon meat

Sample		Crab meat (leg)	Salmon
Water content in raw meat (%)		81.83	78.68
Total-N in raw meat (%)		2.73	3.59
Gelatine-N	In raw meat (%)	0.059	0.024
	In dried material (%)	0.324	0.113
	In Total-N in raw meat (%)	2.160	0.656
Mucin-N	In raw meat (%)	0.031	0.015
	In dried material (%)	0.171	0.074
	In total-N in raw meat (%)	1.130	0.408

(0.377 % in the dried matter). That is to say, the amount in the crab meat was smaller than in the salmon meat. According to Tanikawa,[14] the amount of collagen in crab meat was smaller than in sea cucumber or squid meat, but it was larger than in fish meat. In sea cucumber meat, the amount of collagen was 1.4 ~ 3.0 % of the total amount of the protein in the meat, whilst in flat fish or carp meat it was about 0.83 or 0.52 %,

respectively; those amounts were as the same as in salmon meat. The amount of collagen in the crab leg meat showed about 2 %, of which the value is mid-way between the amounts in sea cucumber meat and fish meat. The result observed in the previous Article, III, the curve of the ratio of dehydration of crab meat is situated between the curves of sea cucumber and fish meats may have an intimate relation with the different amount of collagen owing to the histological characteristics which are responsible for different characteristics in the dehydration, the swelling or the shrinkage by heating.

2. Amount of collagen in the surface skin of crab leg meat and muscular part

(1) Sample

After the defrosting of the frozen crab meat in the same manner as in the previous experiment, the defrosted leg meat was divided by a knife into surface skin (epidermis) and muscular part. The two portions (parts) were washed with distilled water, and then with 5 % NaCl solution to remove the soluble components as completely as possible. After the washing, the water attached to the skin or the muscular part was removed by absorption pressing with a filter paper. The skin was directly crushed. The tendon was removed from the muscular part. After that, the muscular part was crushed.

(2) Experimental method

Each 10 *g* of each sample was put into respective 200 *cc* flasks, and 100 *cc* of 2 % acetic acid solution was added to the flask which was plugged with cotton, and heated at 110°C for 90 minutes in a retort. After collagen in each part of the meat has changed to gelatine by the heating, 20 % trichloracetic acid was added to the heated substance in order to remove the protein. After precipitating the protein, the solution was filtered.

The amount of collagen nitrogen was estimated with the filtrate according to Kashiwada and Kakimoto[37].

(3) Results

Results obtaind are shown in Table 6.

Table 6. Amount of collagen in crab leg meat and muscular part respectively

Sample		Surface skin	Muscle meat
Water content in raw material (%)		80.48	82.85
Total-N in raw material (%)		1.103	1.865
Gelatine-N	In raw material (%)	0.035	0.037
	In dried material (%)	0.182	0.218
	In total-N	3.173	2.04

From Table 6, the total amount of collagen nitrogen in the surface skin will be seen

to be smaller than in the muscular part, but the ratio of the amount of collagen nitrogen to the total amount of nitrogen in the surface skin is larger than in the muscular part, though the difference is small. In the experiment on the shrinkage of the meat by heating, it was observed that in the curve of the shrinkage of the surface skin there was indicated a remarkable shrinkage (Ref. Fig. 27).

This result is considered to be difficult to explain from the difference of the amounts of collagen in the two parts of surface skin and muscular.

This may be explained by the fact that the shrinkage of collagen fiber in muscle is smaller than that of muscular fiber itself. But this explanation is insufficient, therefore the matter will be studied in future.

3. Amino acids in collagen in crab meat

Takahashi *et al.*[19] and Neuman *et al.*[28] have studied the composition of amino acids in the collagen of shark skin and cod skin respectively.

They have suggested that there is a proportional relation between the amount of hydroxyproline and the thermotolerance (the degree of the beginning temperature of the shrinkage by heating) of the fish skin. The authors have studied the nitrogen distribution of collagen in the crab leg meat in order to learn the characteristics in physical and chemical properties of the crab meat.

(1) Sample

Fresh crab leg meat was rapid-frozen (at -20°C) and brought to the laboratory. After defrosting, the crust and tendon were removed.

The leg meat including surface skin was crushed. Collagen was prepared from the crushed meat according to Sasaki's method shown in Scheme 3.

(2) Experimental method

The prepared collagen (0.5 *g* of dried matter) was hydrolyzed by 20 % sulfuric acid solution, and the nitrogen distribution was examined with the hydrolyzate by Van Slyke's method. A part of the hydrolyzate was neutralized by baryta and was filtered. The filtrate was concentrated in vacuum.

The concentrated solution was used for two dimensional paper chromatography. The developing reagents were butanol, acetic acid and water (4:1:2), and phenol and water (5:1)[40] at room temperature for 15 hours.

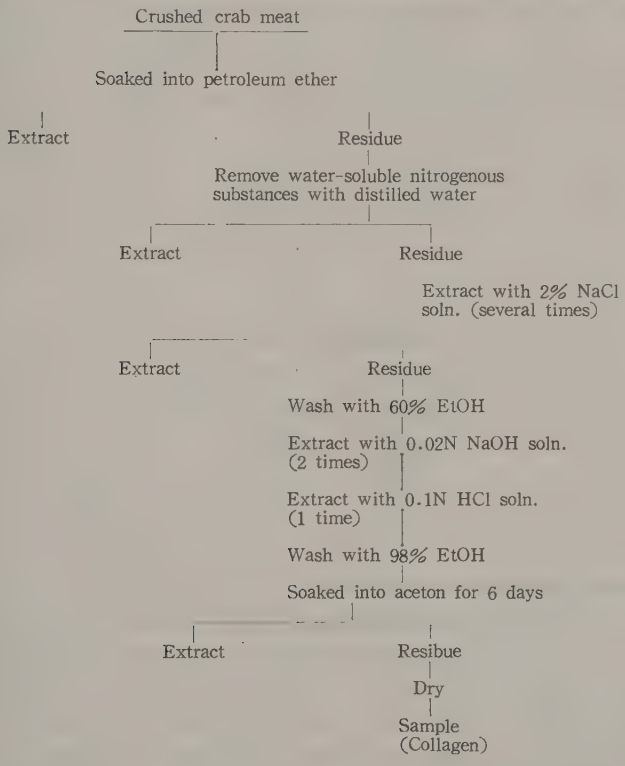
The revealing reagent was ninhydrin-butanol solution. Revealed amino acids were identified.

(3) Results

The nitrogen distribution of collagen obtained by Van Slyke's method is shown in Table 7 in which the data as collagen of cowhide[41] were also presented.

Comparing nitrogen distribution of collagen in crab meat with that in shark skin[24]

Scheme 3. Method for preparation of collagen from crab meat



or cowhide,[41] the amount of amide nitrogen in collagen of the former is smaller than that of latter two. The amount of humin nitrogen of the former is larger than that of the latter two. The total amount of nitrogen in mono-amino acids fraction in collagen of the former was only about 52 % of the total amount of nitrogen; on the other hand, the ratio of the latter two showed about 56 %. The ratio of the former is slightly smaller than that of the latter two materials. As to the amount of amio acid nitrogen in di-amino acids fraction (arginine, histidine, lysine etc.), there is no remarkable difference between the former and the latter two.

In the collagen of crab meat, there was observed the presence of glycine, cystine, threonine, arginine, aspartic acid, oxyproline and proline as the component amino acids.

4. Isoelectric reaction of collagen of crab leg meat

In this experiment, the titration curve of collagen of crab meat was estimated, and the isoelectric point was examined.

Table 7. Nitrogen distribution in collagen of crab meat

Sample / N-fraction	Collagen of crab		Collagen of shark skin	Collagen of cowhide
	In raw material (*mg%*)	In total-N (%)	In total-N (%)	In total-N (%)
Total-N	61.51	100		
20 % H_2SO_4 soluble-N	60.92	99.10		
20% H_2SO_4 insoluble-N	0.59	0.97		
Amide-N	1.16	1.88	3.47	2.90
Humin-N	2.54	4.14	0.48	0.59
Di-amino fraction total-N	25.43	41.40		
Di-amino fraction amino-N	13.90	22.60	Arginine, Histidine, Lysine } 25.1	23.97
Di-amino fraction non-amino-N	11.53	18.70		
Mono-amino fraction total-N	31.79	51.65	55.9	56.84
Mono-amino fraction amino-N	15.68	25.45		
Mono-amino fraction non-amino-N	16.11	26.20	14.1	65.63

(1) Sample and experimental method

The prepared collagen of crab meat from the previous experiment, 3, was used for the estimation of the isoelectric point of the protein according to the method of Bowes *et al.*[42]

Each 0.05 *g* of samples of the prepared collagen of crab meat was weighed and added into 100 *cc* volume flasks. Into each flask 40 *cc* of the various pH solutions which were adjusted by N/100 HCl or NaOH solutions were added. After the flasks were plugged, they were stored at 15°C for 72 hours. After standing, each content was filtered. A definite amount of filtrate was titrated with N/100 HCl or N/100 NaOH solutions by using phenol purple as an indicator. pH value of a part of the filtrate was measured by a glass electrode meter. As control, one flask to which distilled water was added instead of the buffer solutions was treated in the same manner as above described. The differences of the titrated amount between the samples and the control were considered to be the amounts of N/100 HCl or N/100 NaOH solutions which were reacted with collagen.

From those results, the amounts of N/100 HCl or N/100 NaOH solutions which were bound with 1 *g* of collagen in each crab meat sample were calculated, and the titrating curve was drawn from the relation between the bound amounts and pH value.

(2) Results

Results obtained are shown in Fig. 31

As seen in Fig. 31, collagen bound about 0.28 mMol HCl at pH 3.0 in acidic side.

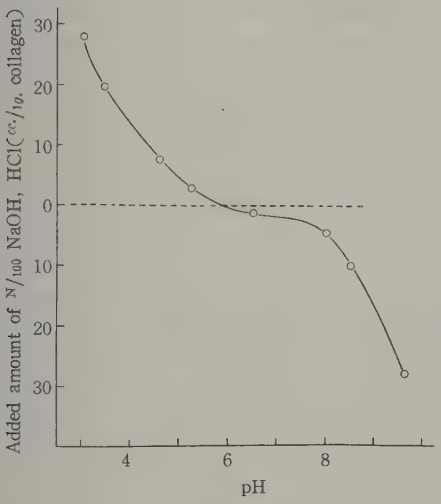


Fig. 31. Titrating curve of collagen of crab leg meat

With increasing of pH value, the binding amount with HCl decreased, the collagen bound about 0.03 mMol HCl at pH 5.25, and with further increasing of pH value, it bound with 0.015 mMol of NaOH.

Above pH 8.0 the binding amount with NaOH increased rapidly, and at pH 9.6 it bound with 0.28 mMol of NaOH. Therefore from Fig. 31, the isoelectric point of collagen of crab meat was clarified to be pH 5.3 ~ 6.5.

This result agrees with that for collagen of cowhide (pH 5.5 ~ 6.5), obtained by Bowes[42].

5. Degree of the swelling of collagen in crab meat in various solutions

In Experiment VII in the previous paper, the present authors have studied the swelling of the crab meat itself. According to the results obtained, the crab meat swelled remarkable in acidic solution below pH 4.0 or in alkaline solution above pH 9.0, and the condition of the swelling of the crab meat was observed to be similar to that of collagen of fish skin or that of cowhide. This result suggested to the authors that collagen of crab meat tissues will take an important rôle in the swelling of the crab meat itself. In order to ascertain the point, examination was made of the swelling of collagen of crab meat in solutions having various pH values.

(1) Sample and experimental method

Portion of prepared wet collagen of crab meat obtained in the previous experiment, 3, was used for the sample. The estimation of the swelling was carried out by the following method after Svedberg's centrifugal method. Each 2 *g* of the wet collagen of crab meat was put into 10 *cc* volume small test tube with scales. After the precipitation of the centrifuged collagen (3,000 r.p.m. for 20 minutes), the volume of the precipitated collagen was measured. Then each 5 *cc* of various buffer solutions adjusted by N/100 HCl or N/100 NaOH to have various pH value, was put in the test tube. Next, the test tubes were plugged, and stored for 48 hours in cold storage in order to swell the collagen in the tube. After storage, the collagen was made to precipitate again by a centrifuge (3,000 r.p.m. for 20 minutes). The volume of the precipitated collagen was measured.

Then pH value of a part of the upper transparent liquor was estimated by a glass elctrode meter. The degree of the swelling (S) was calculated by the following equation.

$$S = \frac{V}{V_0} \cdots\cdots(1)$$

Here, V_0 is the intial volume of collagen, and V is the volume after the swelling.

(2) Results

The degree of swelling of collagen of crab meat in various pH solutions is shown in Fig. 32.

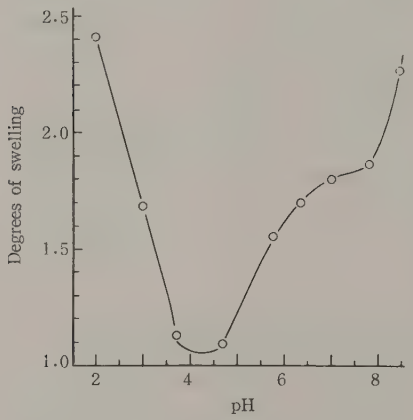


Fig. 32. Relation between pH values and the degree of the swelling of collagen of crab meat

As seen in Fig. 32, collagen of crab meat showed the minimum value of degree of swelling at about pH 4.7; the degree increased in acidic side below pH 4, or in alkaline side above pH 5. The tendency shown in the swelling curve agrees with that of crab meat itself (Ref. Fig. 14 in the previous paper.[33]). Therefore the collagen fiber which is a kind of protein in the connective tissue in crab meat has remarkable influence upon the swelling in addition the dehydration, the shrinkage by heating or heat coagulation of the meat.

Also in fish meat, it is known that the value of the degree of the swelling shows comparative high value in acidic or alkaline sides. This may be owing to the presence of acidic and basic amino acids which are contained more or less in protein molecules. According to the results obtained by the present authors, in Atka mackerel[13] or Suketo-cod meat,[11] the degree of the swelling increases with the shift of pH value to acidic or alkaline sides from the isoelectric point of the meat. But the increase in the swelling in the fish meat was not so large as that of crab meat itself or of collagen of crab meat.

DISCUSSION AND SUMMARY

Since the perfection of so called "low temperature boiling method" has been completed in order to make canned boneless crab meat or to prevent the blueing of canned crab meat, the present authors have been obliged to find out about shrinkage of the crab meat by heating and the properties of the collagen of crab meat. The results obtained are discussed and summarized as follows:

(1) In the results obtained as to the shrinkage of the crab leg meat by heating:

(i) On the curve of the shrinkage of first leg meat (round meat) or joint meat (so-

called scallion type meat), there were observed 3 stepes at three ranges of 40° ~ 50°C, 70° ~ 80°C and 95° ~ 100°C. Former two ranges of them seemed to correspond to the heat-coagulating temperature of myosins and myogens, respectively which are component proteins in the muscle of the crab meat.

(ii) With change in the material from second leg meat (so-called pepper type meat) to claw meat, shrinkage step became not remarkable on the curve. The ratio of shrinkage by heating increased throughout the range of the heating temperature, and the begining temperature of the first shrinkage process move to a lower point.

(iii) Comparing the shrinkage of the crab meat as to each unit of the component tissue, the surface skin (epidermis) began to show shrinkage rapidly and simple, at lower temperature, 30°C, and there was observed no remarkable step at the rage of 30° ~ 90°C; the curves of muscular part from which surface skin had been removed showed the presence of two principal protein groups which begin to shrink at 35° and 70°C.

(iv) From the results above described, shrinkage of the crab leg meat by heating has occured as a result of the cooperated shrinkage of muscular protein and surface skin protein.

(v) The degree of the shrinkage of the crab meat was influenced by the freshness. With lowering of the freshness, the first and second processes of shrinkage became not-remarkable on the curve of the shrinkage by heating.

(vi) The ratio of shrinkage of the crab meat heated in sea water was larger than that in fresh water. On the curves of shrinkage of the fresh crab meat, two stages of shrinkage were observed in the meats whether heated in fresh water or in sea water.

(vii) If the pH value of the heating water is pH 5 which is the isoelectric point of the crab meat protein, there results a compratively simple and sharp curve of the shrinkage by heating. This may be due to the coagulating shrinkage of meat proteins at the isoelectric point.

(viii) In the alkaline side, with the increase of pH value, the ratio of shrinkage by heating decreased, but each stage of the shrinkage was observed on the curves as well as when the material was heated in fresh water.

(2) The shrinkage of the crab leg meat was considered to be influenced by the shrinkage of the surface skin. The surface skin consists mainly of connective tissue. Accordingly, the properties of collagen in the crab meat were studied.

(i) The amount of collagen in crab leg meat containing surface skin was clarified to be midway between that in sea cucumber or squid and that in fish meat.

The amounts of mucin or elastin of the former two were smaller than those of the latter.

(ii) There was no remarkable difference in the amount of collagen between the surface skin and muscular part. The amount of the former was slightly larger than that of the

latter. This is owing to the fact that also in the muscular part there is a large amount of connective tissue. This observation agrees with the result of histological observation.

(iii) Collagen was isolated and of it the nitrogen distribution and the composition of amino acids were examined. According to the results obtained, the amount of nitrogen in monoamino acids and diamino acids fractions in collagen of crab meat was the same as that of shark skin or cowhide. The presence of glycine, cystine, threonine, arginine, aspartic acid, oxyproline and proline was detected.

(iv) By examining the titrating curve of collagen of crab leg meat, the isoelectric reaction was clarified to be in the range pH 5.3 ~ 6.5.

(v) By examining the reaction between the swelling and pH value, the minimum degree of the swelling was shown to occur at pH 4.7, whilst it was observed to increase at pH 2 or above pH 8.0. Those rosults were considered to be the same as those in general collagen fiber.

Literature cited (Continued)

33) Tanikawa, E., Wakasa, T. & Nagasawa, Y. (1958). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **9** (3), 227.
34) Sasaki, R. & Sato, Y. (1954). *J. Agr. Chem. Soc. of Japan* **28**, 510.
35) Neurath, H. (1944). *Chem. Rev.* **34**, 157.
36) Wu, H. (1942). *J. Biol. Chem.* **142**, 249, 265.
37) Kashiwada, K. & Kakimoto, D. (1952). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **18** (5), 17.
38) Neuman. R. E. (1949). *Arch. Biochem.* **24**, 289.
39) ———— & Logan,M. A. (1949). *J. Biol. Chem.* **184**, 299.
40) Chemical Society of Japan. (1957). *The Chemical Experiment* **23**, 234.
41) Stiasny, H. (1931). "Gerbereichemie".
42) Bowes, J. H. & Kenten, R. H. (1948). *Biochem. J.* **43**, 358,

CHEMICAL STUDIES ON MARINE ALGAE

XIII. Isolation of Crystal L-Citrulline from *Chondrus ocellatus* and *Rhodoglossum pulchrum*

Mitsuo KURIYAMA, Mitsuzo TAKAGI and Kiichi MURATA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Introduction

L-Citrulline was first encountered as a constituent of the juice of the watermelon (Koga & Odaki[1]; Wada[2]), and it is well known at present as an intermediate of the Krebs ornithine cycle.

As to the preparation of citrulline, though various methods such as alkali degradation of arginine[3], and synthesis from ornithine copper salt,[4] etc., have been described, no preparation from natural sources has ever been attempted.

The present authors have already reported the existence of citrulline in the ethanol extract of one of the red algae, *Porphyra tenera*[5]. In *Chondrus crispus*, citrulline was detected by Smith and Young[6], not only in free state but also in simple and complex peptides. It was also detected by L. Fowden[7] in the fresh water alga *Chlorella vulgaris*.

The below described experiments revealed that both of *Chondrus ocellatus* and *Rhodoglossum pulchrum* contain considerable amounts of citrulline in free state. Attempts were made to isolate citrulline from the ethanol extract of these algae by the use of the technique of displacement chromatography.

Experimental

PREPARATION OF THE EXTRACT …… *Chondrus ocellatus* collected at Nanaehama, Hakodate in Jan. 1958 was washed with water and dried on the steam bath. Three kg of this sample were extracted with 20 liters of 70 % ethanol for two weeks in the room temperature and the residue was filtered off. The extract was evaporated to small balk *in vacuo* at 40° to remove ethanol, and then shaken twice with ether to remove the pigments such as chlorophyll. The aqueous layer, diluted to two liters, was shaken for an hour with 75g of charcoal treated with acetic acid to absorb remaining colouring matter (Partridge, 1949[8]). The extract was filtered through a Buchner's funnel and the charcoal was washed throughly with four liters of water. By this treatment about six liters of colourless extract were obtained.

FIRST FRACTIONATION OF THE EXTRACT …… The algal extract contained inorganic salts in high concentration, so it was necessary to remove them before fractionation. After that it was passed through three Dowex 50 X-4 H^+ columns (resin vol. 1200 ml each) washed with water; thus the amino acids were displaced by 0.2 N NH_3 without

fractionation. Amino acids fraction was next added to the three tier column system of Dowex 50 H^+ (200, 60, 10 ml), washed with water and then fractionated with 0.2 N NH_3 into 75 fraction 30 ml each (Fig. 1).

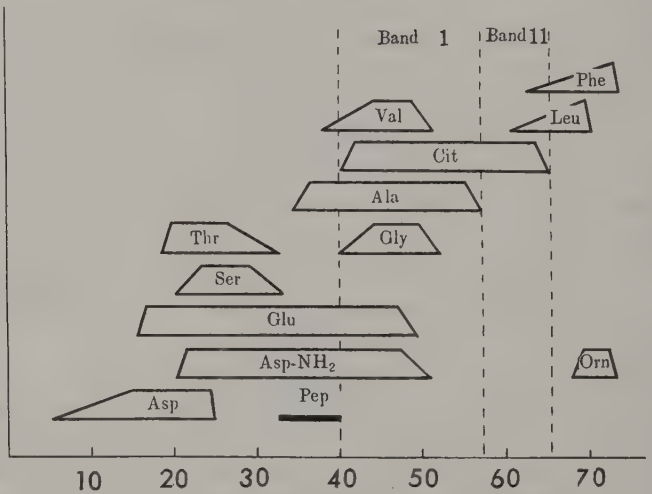


Fig. 1. Primary fractionation of the free amino acids occurring in *Chondrus ocellatus*. Three tier column system of Dowex 50 X-4 H^+ (200,60 and 10 ml) was used.

Each fraction was developed by a paper chromatography. All paper chromatograms were run on Tōyō filter paper No. 50 and the solvents used were ; (1) N-butanol-acetic acid-water (4:2:1), (2) phenol saturated with water, (3) phenol saturated with ammonia solution and (4) 70 % propanol.

The amino acids found were aspartic acid, glutamic acid, threonine, serine, asparagine, citrulline, glycine, alanine, valine, leucines, ornithine, phenylalanine and a faint spot of peptide (Rf value in N-butanol-acetic acid-water, 0.06, in phenol-water, 0.11). Proline, methionine, glutamine, histidine, tryptophan and tyrosine were not detected.

ISOLATION OF CITRULLINE …… Citrulline was eluted on the fraction from 40 to 66. The portion which eluted with asparagine, glutamic acid, glycine, alanine and valine was combined (band 1 in Fig. 1). The portion which eluted with leucines (band 11 in Fig. 1) was next added to the two tier column system of Dowex 50 H^+ (30 and 10 ml) and displaced with 0.1 N NH_3 into 40 fractions of nine ml each (Fig. 2).

In Fig. 2, band 1 was still contaminated with slight alanine, so this portion was added to band 1 in Fig. 1. Citrulline was obtained in pure state from band 11. Band 111 was contaminated with leucines but the attempts failed to remove these amino acids through the small column of Dowex 50.

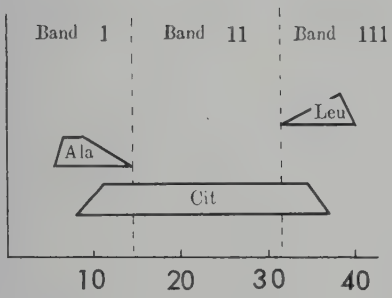


Fig. 2. Secondary fractionation of the acids of band 11 in Fig. 1 by means of two tier column system of Dowex 50 (resin vol. 30 and 10 ml).

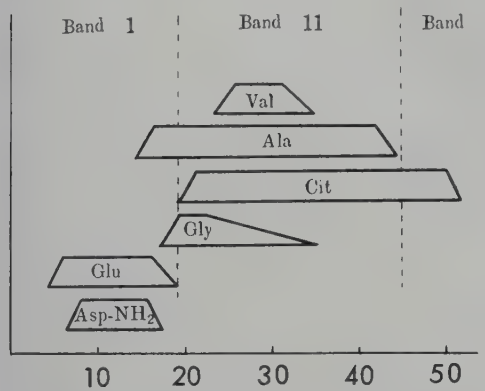


Fig. 3. Secondary fractionation of the acids of band 1 in Fig. 1 and band 1 in Fig. 2 by means of three tier column system of Dowex 50 (resin vol. 100, 30 and 10 ml).

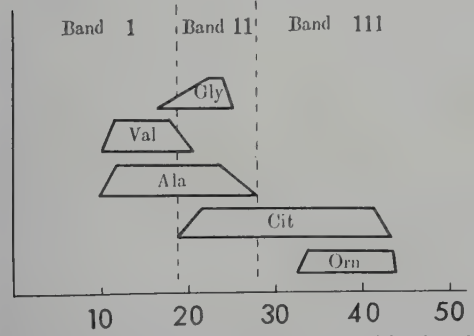


Fig. 4. Fractionation of the acids of band 11 in Fig. 3 with Dowex 2 X-4 OH. Two tier column system of 40 and 20 ml was used.

Band 1 in Fig. 1 and Fig. 2 were combined, added to the three tier column system of Dowex 50 (100, 30 and 10 ml) and fractionated by 0.2 N NH_3 into 50 fraction 20 ml each (Fig. 3). Glutamic acid and asparagine could be removed from the elution area of citrulline but it was still contaminated with alanine, glycine and valine. Further attempts to fractionate citrulline from these amino acids through the Dowex 50 columns were unsuccessful.

The efficient separation of citrulline was obtained by the use of the strong basic resine, Dowex 2 X-4 ($-OH^-$). This portion (band 11 in Fig. 3) was added to the two tier column of Dowex 2 (40 and 20 ml) and was displaced by 0.1 N HCI to 43 fractions of five ml each (Fig. 4).

It should be noted that the new faint ninhydrin reactive spot appeared from 33 to 43 ml. Being quite in agreement with ornithine on paper chromatograms, degradation of citrulline must have occurred during the passage through the column.

Citrulline eluted with other amino acids (band 11 in Fig. 4) was combined and fractionated again through Dowex 2 columns. Citrulline fractions obtained with Dowex 2 had to be used to remove ornithine and for this purpose refractionation through Dowex 50 column was most efficient.

Citrulline solution, which can be obtained everywhere, combined,

concentrated *in vacuo*, was crystallized by addition of ethanol. Citrulline was recrystallized four times from aqueous ethanol. Five g of white crystal citrulline was obtained from three kg of dried *Chondrus ocellatus* (Fig. 5).

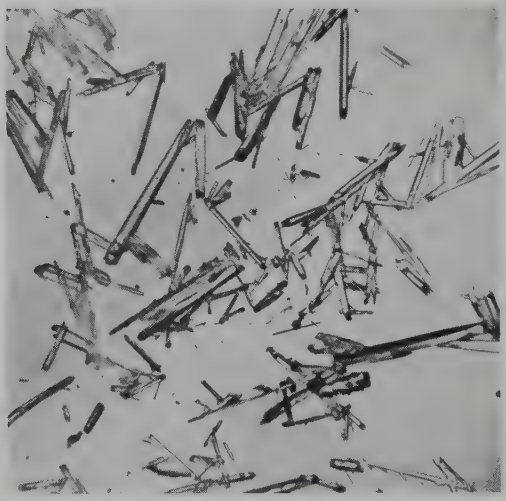


Fig. 5. Crystals of L-Citrulline obtained from *Chondrus ocellatus*

ISOLATION OF CITRULLINE FROM RHODOGLOSSUM PULCHRUM····· One kg of dried sample (harvested in Jan. 1958) was extracted with 70 % ethanol and desalted by the method described above. The amino acid fraction was absorbed on the two tier column system of Dowex 50, X-4 H^+ 100 and 30 ml; after having been washed with water, it was fractionated into 75 fractions of 13 ml each. The figure obtained was essentially the same as for *Chondrus ocellatus*. Citrulline was detected from 43 to 60 fraction ; these fractions were combined and converted into copper salt by addition of copper carbonate on a boiling water bath. Boiling was continued for one hour to make the reaction complete. Copper citrulline was immediately precipitated and the darkish solution of the copper salt was kept in a refrigerator overnight. The precipitate was collected by filtration, suspended in water, and decomposed with H_2S. After removal of copper sulfide by filtration, free amino acids solution was developed on the paper chromatography. Leucines, alanine and glycine were detected as impurities.

The solution was next run through the Dowex 2 column and fractionated with 0.1 N HCl. At last 1.3 g of crystal citrulline was obtained.

IDENTIFICATION AND PROPERTIES OF CITRULLINE····· The crystal thus obtained was dried *in vacuo* over P_2O_5 at 100°. The yield was five g from three kg of dried matter of *C. ocellatus* and 1.3 g from one kg of dried *R. pulchrum*.

Melting point was 219-222° and the copper salt decomposed at 256°. This value quite agreed with that of citrulline copper salt synthesized from arginine by the method of Fox[3]. As for the melting point of citrulline 219.5° (Gornall & Hunter)[4], 226° (Wada)[18], 220-222° (Ackerman)[9], 220-221° (Kurtz)[10] have been reported.

The specific rotation was found to be $[\alpha]_D^{18} = +3.7$ (H_2O, C=5), whereas Gornall & Hunter[4] gave $[\alpha]_D^{22} = +3.5°$ (H_2O, C=5) for citrulline synthesized from L-ornithine.

Molecular weight estimated by cryoscopic method gave 173 (calculated 175.19).

The result of elementary analysis was

	C	H	O	N
Estimated	41.09 %	7.46 %	27.91 %	23.54 %
Calculated	41.13	7.48	27.41	23.98

as $C_6H_{13}O_3N_3$

The infrared spectrum of this crystal is shown in Fig. 6.

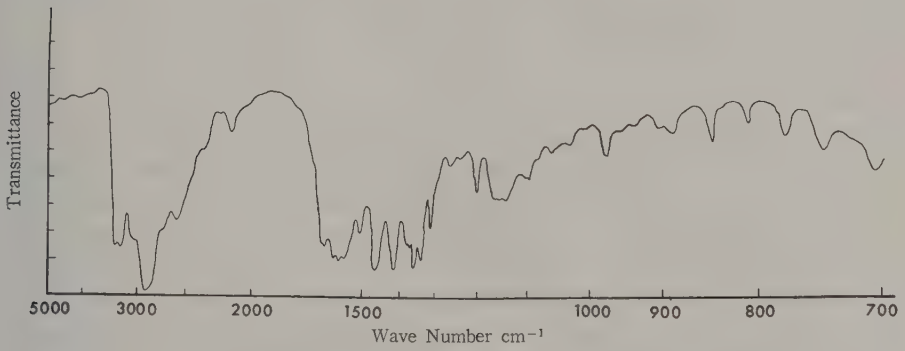


Fig. 6. Infrared spectrum of the crystal obtained from *Chondrus ocellatus*.

This solution gives a red color in reaction with Fearon's reagent[11] and yellow with Ehlrich's reagent.[7]

Though unstability of this compound to a mineral acid has been reported in a few papers[6][12], behavior to acid hydrolysis was estimated in a pure solution.

One-tenth gram of citrulline was hydrolysed with 6 N HCl at 100° in a sealed tube for 24 hrs. Excess hydrochloric acid was removed by repeated drying in a vacuum alkaline desiccator. Hydrolysate was made up to 25 ml with water and 0.005 ml portion was chromatographed. After color development with ninhydrin, each spot was cut off, transferred to the test tube for the full ninhydrin color development under the controlled condition of Moore and Stein[13]. Mole ratio of citrulline and ornithine was 0.35 and 0.18 mM respectively (93 % recovery of the original compound). Therefore 34 % of citrulline was decomposed to ornithine by acid hydrolysis.

Application of weak acid hydrolysis for the amide nitrogen[14] revealed 28 % degradation of this compound.

Discussion

Owing to the high concentration of the inorganic salts in the extracts, it was necessary to remove them before primary fractionation. In the present experiments, 10 or 15 times of resin as much as usual which absorbs all the amino acids in the extract was necessary

for the desaltation. Though such a great deal of resin was required, no loss of the common amino acids was encountered during this procedure. Only taurine and a certain faint spot (Rf in butanol-acetic acid-water 0.32 and Rf in phenol-water 0.27) were detected in both extracts in the nonabsorbable fraction of Dowex 50 columns, but these amino acids were not absorbable by the sulfonic polystyren resins. The unknown spot described above also gave a bright brown color on the paper chromatograms when sprayed with 2 % p-nitrobenzoyl-chloride in benzol and successively with pyridine, so that this spot is thought to be a N-CH_3-taurine. This amino acid has been detected in the red algae *Ptilota pectinata* and *Porphyra umbilicauris* by Lindberg.[16]

As the algal extract contains a small amount of monoamino monocarboxylic acids, isolation of citrulline was not very complicated. But the removal of the alanine, glycine and valine was not satisfactory on the Dowex 50 columns. Though the degradation of citrulline may occur, Dowex 2 gave a good result. Convertion to copper salt also gave a good result; the material being still contaminated with slight impurities, fractionation by Dowex 2 column was necessary. Citrulline fraction, obtained on the Dowex 2 apparatus, was always accompanied by a slight degradation product and refractionation with Dowex 50 was required. If Dowex 2 resin itself catalytically decomposes citrulline, the by-product must come out from the top of the elution, because ornithine is produced in this case as a degradation product and on the basic resin, it is proper to think that ornithine, which is more basic, appears before of citrulline. In spite of these considerations, ornithine was detected later than expected in effluent, so that it seems likely that this result is due to the hydrochloric acid used for the displacement agent. The use of a suitable displacement agent instead of 0.1 N HCl may prevent the degradation of citrulline.

Smith and Young[6] detected paper chromatographically an unknown spot on the effluent fraction of glutamic acid and citrulline by the method of Stein and Moore[17] in the ethanol extract of *Chondrus crispus*. Same experiments were carried out. Free amino acids, extracted quantitatively with 75 % ethanol, were passed through 100 cm column of Dowex 50; the fraction which comprises of citrulline and glutamic acid was chromatographed with three kinds of solvent system as mentioned above, after desalting with a small column of Dowex 50 H^+; no other spot but citrulline and glutamic acid can be detected. so that, an unknown spot reported by the above authors may reasonably be presumed to be ornithine produced during the passage of Dowex 2 X-10.

Being unstable to the mineral acid, about 34 % of this compound was decomposed quantitatively to ornithine under the usual conditions of acid hydrolysis and 28 % even by the weak acid hydrolysis to the amide nitrogen.

Summary

L-Citrulline was isolated by the use of ion exchange resin from red algae, *Chondrus*

ocellatus and *Rhodoglossum pulchrum*. The yield was 1.7 and 1.3 g per kg dried matter respectively.

Both extracts were proven to have very similar amino acid composition and there were detected in the extracts: aspartic acid, glutamic acid, threonine, serine, asparagine, glycine, alanine, valine, leucines, phenylalanine, ornithine and a faint spot of peptide. In the nonabsorbable fraction of Dowex 50, taurine and a faint spot, probably N-CH_3-taurine, were detected.

The authors acknowledge with hearty thanks to Professor T. Mitsui, Kyoto University, his assistance in respect to elementary analysis and infrared spectrum.

Acknowlegement

1) Koga, T. & Odaki, S. (1914). *J. Tokyo Chem. Soc.* 35, 519.
2) Wada, M. (1930). *Biochem. Z.* **224**, 420.
3) Fox, S. W. (1938). *J. Biol. Chem.* **123**, 687.
4) Gornall, A. G. & Hunter, A. (1939). *Biochem. J*, **33**, 170.
5) Murata, K., Takagi, M. & Kuriyama, M. (1956). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **7**, 130.
6) Smith, D. G. & Young, E. G. (1955). *J. Biol. Chem.* **217**, 845, (1958). *Ibid.* **233**, 406.
7) Fowden, L. (1951). *Nature* **167**, 1030.
8) Ackerman, D. (1931). *Hoppe-Seyl. Z.* **216**, 244.
10) Kurtz, A. C. (1937). *J. Biol Chem.* **122**, 477.
11) Fearon, W, R. (1939). *Biochem. J.* **33**, 902.
12) Vartanen, A. I. & Miettinen, J, K. (1952). *Physiol. Plantarum* 5, 540.
13) Stein, W. H. & Moore, S. (1948). *J. Biol. Chem.* **176**, 367.
14) Winters, J. & Kunin, R. (1949). *Ind. Eng. Chem.* **41**, 460.
15) Plattner, Pl. A. & Nager, U. (1947). *Experimenta* **3**, 325.
16) Lindberg, B. (1955). *Acta Chem. Scand.* **9**, 1323.
17) Stein, W. H. & Moore, S. (1951). *J. Biol. Chem.* **192**, 663.
18) Wada, M. (1933). *Biochem.* **257**, 1.

STUDIES ON THE MELOBESIOIDEAE OF JAPAN. II

Tomitarô MASAKI and Jun TOKIDA
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

2. Dermatolithon Corallinae (CROUAN) FOSLIE

Pl. I, Figs. 1–4, Pls. II, IV & V

Foslie, *in* Börgesen, 1902, p. 402.

Syn. Melobesia Corallinae CROUAN; Areschoug, 1875, p. 2; Hauck, 1885, p. 266; Foslie, 1898, p. 11. *Lithophyllum Corallinae* (*CROUAN*) *HEYDRICH*, 1897, p. 47; Rosenvinge, 1917, p. 265, textfigs. 186–190; Suneson, 1943, p. 43, textfigs. 24–26, pl. 6, fig. 28 (habit photo), pl. 8, fig. 38; Taylor, 1937, p. 268, 1957, p. 251. *Lithophyllum pustulatum* (*LAMOUR.*) *FOSLIE* f. *Corallinae* (*CROUAN*) *FOSLIE*, 1905, pp. 118, 121, 127. *Lithophyllum pustulatum* f. *similis FOSLIE*, 1909, p. 47 (tetrasporic form). *Lithophyllum* (*Dermatolithon*) *macrocarpum* (*ROSANOFF*) *FOSLIE* f. *Corallinae* (*CROUAN*) *FOSLIE*, 1909, p. 47 (bisporic form).

Japanese name. Himegoromo (n. n.).

Habit and distribution in literature. – Epiphytic on *Corallina officinalis*, *Furcellaria fastigiata*, and *Phyllophora membranifolia*. Sweden; Denmark; Germany; Atlantic coasts of Europe and North America; Mediterranean Sea; Adriatic Sea.

Specimens collected. – Epiphytic on *Corallina pilulifera*. Nanaehama, Hakodate, 13 March 1959, Masaki. Tachimachi-misaki, Hakodate, 20 June 1959, Masaki. Oshoro, 20 July 1959, Tokida & Masaki.

Thallus in the form of reddish violet crusts, epiphytic on *Corallina pilulifera*, surrounding the host partly or entirely, or peltate with free margins and up to 2–5 mm diam., mostly polystromatic consisting of (2)5–25 cell-layers, 170–700 μ thick in the inner thicker portion, monostromatic marginal portion narrow; hypothallium consisting of oblique cells which are sometimes elongated, 12–80(–90) μ, mostly over 30 μ, long, tapering towards the base; perithallium consisting of several layers of cells of various length, 17–50 μ long, 5–12 μ diam., transversal pits present but transversal cell-fusion lacking; cells of epithallium more or less triangular, 3–7 μ high, 5–9 μ diam.; sporangial conceptacles immersed, sometimes slightly convex, up to 190–250 μ broad, sporangia tetrasporic, 75–115 μ long, 25–60 μ diam., 5 10 sporangia standing on the periphery of floor in each conceptacle, central part of conceptacle floor occupied by a columella which is stained not so dark with anilin blue, orifice with poorly developed papillae; female conceptacles nearly flat or slightly elevated on surface, matured but unfertilized conceptacles 50–85 μ high and up to 110 μ broad, cystocarpic conceptacles slightly convex, 105–155 μ high and 165–210 μ broad, orifice with more or less well developed papillae; spermatangial conceptacles 55–85 μ high and 95–140 μ broad, sometimes coexisting with female conceptacles in one and the

same crust, slightly or not elevated on surface, immersed not so deeply, orifice short, sometimes extended into a spout, conceptacles in older crust frequently overgrown, spermatia narrowly cylindrical, 8 μ long and 2 μ diam., never produced at the end of long sterigmata.

This species has been known to be rather common in Europe and the North Atlantic coasts. It is reported here for the first time to occur in Japan. The writers' specimens agree in general characters quite well with the descriptions of the species given by the authors cited above, except in dimensions; they are of somewhat thicker crusts consisting of a little fewer cell-layers. The sporangial conceptacles are always tetrasporic. Bisporic sporangia are not found in the writers' specimens, though Rosenvinge (1917), Suneson (1943) and Taylor (1937, 1957) described only bisporic sporangial conceptacles in this species. However, the plant from the Mediterranean has been known to produce tetrasporic and that from the Adriatic to produce both bisporic and tetrasporic sporangia (cf. Suneson, 1943, p. 47). In a recent treatise on the bispores in the Corallinaceae, Suneson (1950) reports that the present species from the west coast of Sweden is found to have both tetraspores and binucleate, and even uninucleate, bispores in the material collected in early May while the material collected in summer has been known to produce only uninucleate bispores. The dimensions of the sporangia in the writers' specimens are somewhat greater than those given by previous authors. Spermatangial conceptacles were described by Suneson (1943, p. 45) as very small; he gives a figure of a conceptacle resting on only six vertical cell rows (fig. 25 A). The male conceptacles illustrated by Rosenvinge (1917, fig. 189 A & B) rest on five and eight cell rows respectively. On the other hand, the male conceptacles in the writers' specimens are somewhat larger as illustrated in two figures, one of which shows a conceptacle resting on eleven cell rows (Pl. V, fig. 4) and the other a conceptacle on seventeen cell rows (Pl. IV, fig. 6). Sterigmata have been observed by Rosenvinge (1917, fig. 159 A & C, fig. 189 A & B) in spermatangial conceptacles of *Melobesia Lejolisii* ROSANOFF and the present species but not by Suneson (1943) nor by the present writers. According to Suneson's interpretation given under *Melobesia Lejolisii* (1937, p. 12), the sterigmata are nothing but long stretched spermatangium mother-cells which have become sterigma-like after having repeatedly cut off spermatangia in advanced seasons.

3. **Melobesia zostericola** FOSLIE

Pl. I, Figs. 5 & 6, Pls. III, VI-VIII

Foslie, 1907, p. 25 (as *Melobesia* (*Heteroderma*) *zostericola*); De Toni, 1924, p. 648.

Syn. Lithophyllum zostericolum FOSLIE f. *tenuis FOSLIE*, 1900, p. 5. *Lithophyllum zostericolum FOSLIE;* Yendo, 1902, p. 188; De Toni, 1905, p. 1795; Cotton, 1915, p. 113. *Heteroderma zostericola FOSLIE*, 1909, p. 56; Yendo, *in* Okamura, 1916,

p. 125, 1936, p. 507; Tokida, 1954, p. 159. *Fosliella zostericola* (FOSLIE) SEGAWA, 1956, p. 70, Pl. 40, fig. 311 (habit photo).

Japanese name. Mokasa (Yendo).

Habit and distribution in literature. - Epiphytic on *Zostera* and *Phyllospadix*. Pacific coast of Honshû, and Hokkaido, Japan; Saghalien; Korea; China.

Specimens collected. - Epiphytic on *Phyllospadix iwatensis*. Nobori, Saghalien, June 1937, Tokida. Akkeshi, Prov. Kushiro, Hokkaido, 26 November 1958, Yakushi. Yamasedomari, Hakodate, 3 June 1958, Yakushi.

Thallus at first small roundish patches, later becoming confluent and more or less overlapping, at last covering the host surface extensively, purple red in colour, monostromatic in the vegetative part, cells in section 5-9 μ long and 5-12 μ diam., cell-fusion frequent, each cell except those along the thallus margins cutting off obliquely a cover cell, cover cells in section 7-9 μ high and 7 μ diam., trichocysts lacking; thallus polystromatic in the neighborhood of conceptacles, composed of 3-6(-8) layers of cells, cells 7-9 μ diam., the second or third cell from the base elongated, up to 50 μ long, the basal cells or cells of hypothallium usually flattened; sporangial conceptacles nearly flat or slightly convex on surface, 60-100(-140) μ high* and (90-)100 170(-210) μ broad, floor single cell-layered, sporangia tetrasporic in the material from Hakodate but tetrasporic or bisporic in the material from Saghalien and Akkeshi, bispores binucleate, each sporangium standing on a small stalk cell in the periphery of the conceptacle, 40-85 μ long and 20-63 μ diam., central part of conceptacle floor occupied by a columella; female conceptacles slightly convex, 42 60(-105) μ high and 38 55 μ diam. when young, 55-84(-105) μ high and 84-126(-147) μ diam. when carpospores are formed, floor two cell-layered, orifice provided with a few papillae; spermatangial conceptacles slightly prominent in the center, 30-75 μ high and (40-)50-84(-112) μ broad, spermatia ellipsoidal, 4 μ long and 0.8 μ diam.; female and male conceptacles usually occurring separately in different crusts, but rarely together with each other in one and the same crust.

This species was first described by Foslie (1900) as *Lithophyllum zostericolum* f. *tenuis* on the basis of the Japanese plant collected by K. Yendo at Misaki,** Prov. Sagami, on the Pacific coast of middle Honshû. In placing the present species in the genus *Melobesia* instead of *Heteroderma* or *Fosliella*, the writers follow the idea of Kylin (1956, p. 209) in respect to the generic names.

Up to the present, the zonately divided sporangium has been the only described reproductive organ in this species (cf. De Toni, 1924, p. 648). The writers' specimens, however, are often found to have tetrasporangial conceptacles together with the bisporangial

* The height of conceptacles in this species is measured from the base of the crust to the tip of the orifice, as has been done by Suneson (1943) in *Melobesia* species.

** The "Marine Laboratory at Sagami province" (Foslie, 1900, p. 5) is situated at Misaki.

ones in one and the same crust, and sometimes even to have tetrasporangia mingled with the bisporangia in one and the same conceptacle. The bispores are always binucleate. On the other hand, sexual plants bearing female and male conceptacles are also commonly met with. The conceptacles of both sexes are rarely found in one and the same crust. In surface view, the female crust has smaller vegetative cells than both the male and sporangial crusts (cf. Pl. III, figs. 4 & 5). This difference in the size of the cells is hardly discernible in sections. The thickness of the crust in *Lithophyllum zostericolum* was given by Foslie (1900) as 60 μ for f. *tenuis* and as up to 150 μ for f. *mediocre*. This range of thickness, 60 150 μ, was cited by Yamada (*in* Okamura, 1936) without mentioning the forms in the Japanese diagnosis of *Heteroderma zostericola*. However, the Californian f. *mediocre* was later raised to the rank of species by Foslie (1907, p. 27). So the crust of *Melobesia zostericola* is now known from the literature to be 60 μ in thickness. Comparing with this value, the writers' material has a thicker crust, being up to 75 μ thick in the male, to 84–105 μ in the female, and to 100 μ (rarely even to 140 μ) in the sporangial specimens.

Summary

1. *Dermatolithon Corallinae* (*CROUAN*) *FOSLIE* which has previously been reported from Europe and the North Atlantic coasts, is here described as new to Japan on the basis of the specimens collected in Hokkaido. Tetrasporic, not bisporic, sporangial conceptacles, as well as procarpic, cystocarpic, and spermatangial conceptacles were observed.

2. *Melobesia zostericola FOSLIE*, a species originally described on the basis of the material from Japan, is reported herein to be represented not only by the previously known sporangial plant but also by female and male plants. Sporangial conceptacles are found to have not only tetrasporangia but also bisporangia, either separately or coexistently. Bispores are binucleate.

Literature

Areschoug, J. E. (1875). Observationes phycologicae, III. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsala*, ser. 3 10 (1).

Börgesen, F. (1902). The marine algae of the Faeröes. *In* Warming, *Botany of the Faeröes*, part 2. [p. 339–532] Copenhagen.

Cotton, A. D. (1915). Some Chinese marine algae. *Bull. Misc. Inform., Royal Bot. Gard. Kew* 1915 (3), 107–113.

De Toni, J. B. (1905). *Sylloge Algarum*, IV, sect. IV. [p. 1523–1973] Patavii.

———— (1924). Ditto. VI, sect. V. 767 p.

Foslie, M. (1898). List of species of the Lithothamnia. *K. Norske Vid. Selsk. Skr.* 1898 (3), 1–11.

———— (1900). Five new calcareous algae. *Ibid.* 1900 (3), 1–6.

———— (1905). Remarks on northern Lithothamnia. *Ibid.* 1905 (3), 1–138.

———— (1907). Algologiske notiser, IV. *Ibid.* 1907 (6), 1–30.

——— (1909). Algologiske notiser, VI. *Ibid.* 1909 (2), 1-63.

Hauck, F. (1885). Die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs. *In* Rabenhorst's *Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.* Vol. 2. I-XXIII. 575 p. Leipzig.

Heydrich, F. (1897). Corallinaceae, insbesondere Melobesieae. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **15**, 34-70.

Okamura, K. (1916). *Nippon Sôrui Mei-i* [*Enumeration of the Japanese algae*]. 2nd Ed. 362 p. Tokyo. (In Japanese).

——— (1936). *Nippon Kaisô Shi* [*Marine algal flora of Japan*]. 964 p. Tokyo. (In Japanese).

Rosenvinge, L. K. (1917). The marine algae of Denmark. Contributions to their natural history. Part II. Rhodophyceae II. (Cryptonemiales). *K. Danske Vid. Selsk. Skr., ser. 7, Naturv.-Math.* **7** (2), 155-283.

Segawa, S. (1956). *Genshoku Nippon Kaisô Zukan* (*Coloured illustrations of the seaweeds of Japan*). 175 p., 72 pls. Osaka. (In Japanese).

Suneson, S. (1937). Studien über Entwicklungsgeschichte der Corallinaceen. *Lunds Univ. Arsskr. N. F.*, Avd. 2 **33** (2), 1-102.

——— (1943). The structure, life-history and taxonomy of the Swedish Corallinaceae. *Ibid.* **39** (9), 1-66.

——— (1950). The cytology of the bispore formation in two species of *Lithophyllum* and the significance of the bispores in the Corallinaceae. *Bot. Not.* 1950, 429-450.

Taylor, W. R. (1937). *Marine algae of the northeastern coast of North America.* 427 p. Ann Arbor.

——— (1957). Ditto. 2nd Rev. Ed. 509 p.

Tokida, J. (1954). The marine algae of southern Saghalien. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* **2** (1), 1-264.

Yendo, K. (1902). Enumeration of Corallinaceous algae hitherto known from Japan. *Bot. Mag. Tokyo* **16** (189), 185-196.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE I

Dermatolithon Corallinae (CROUAN) FOSLIE

Fig. 1. Habit of plant encircling a stem of *Corallina pilulifera* from Tachimachi-misaki, Hakodate. × 1.9

Fig. 2. Enlargement of a portion of the specimen shown in Fig. 1. × 6.7

Fig. 3. Habit of peltate plant attached to a branch of *Corallina pilulifera* from Tachimachi-misaki, Hakodate. × 2

Fig. 4. Enlargement of a portion of the specimen shown in Fig. 3. × 6.7

Melobesia zostericola FOSLIE

Fig. 5. Habit of plant growing on a leaf of *Phyllospadix iwatensis* from Akkeshi. × 2

Fig. 6. Enlargement of a portion of the specimen shown in Fig. 5. × 6.5

T. Masaki & J. Tokida: Studies on the Melobesioideae of Japan. II

PLATE II

Dermatolithon Corallinae (Crouan) Foslie

Photomicrographs of vertical sections of plant encircling the stem of *Corallina pilulifera* from Nanaehama, Hakodate. × 89

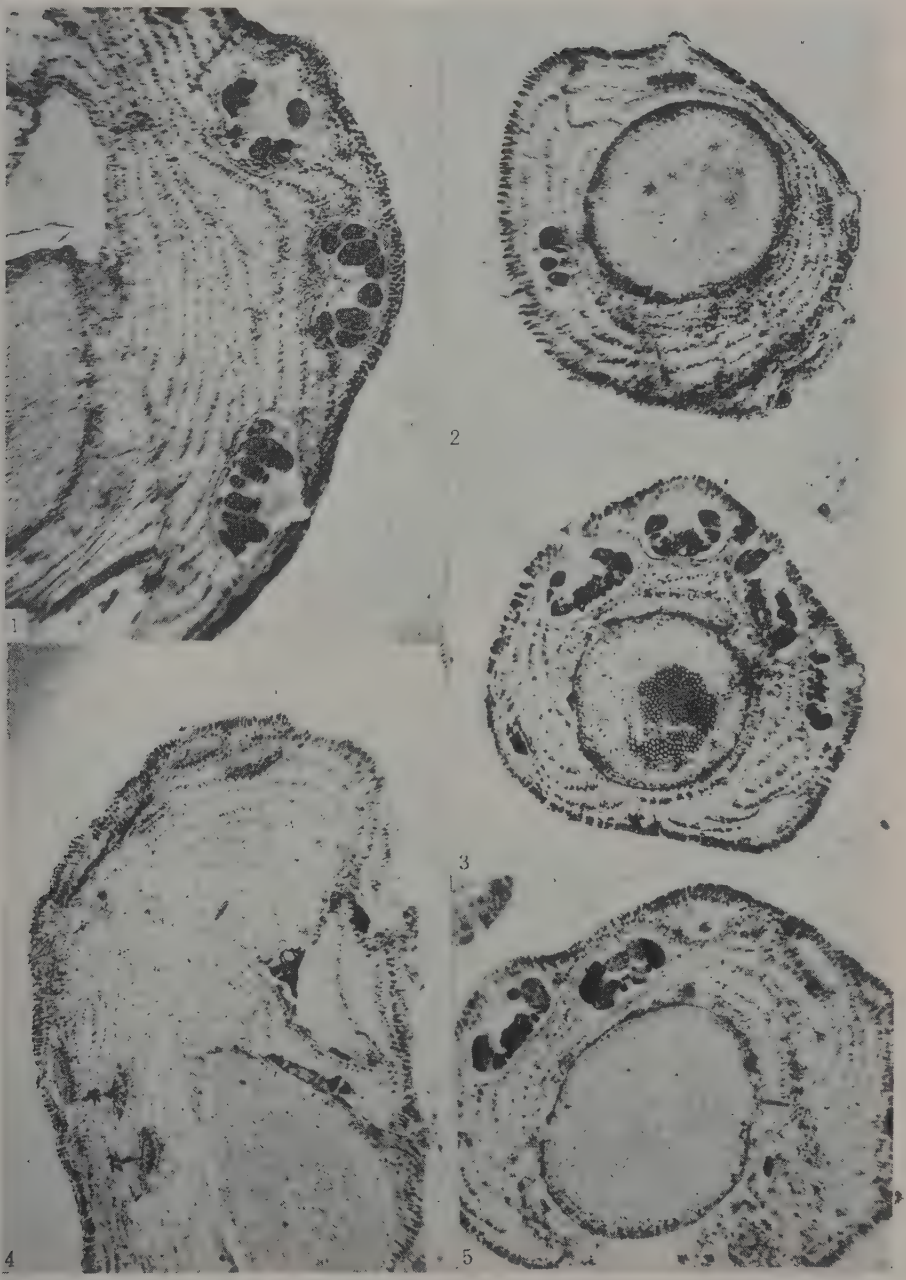
Fig. 1. Tetrasporangial crust.

Fig. 2. Procarpic and cystocarpic crust.

Fig. 3. Cystocarpic crust.

Fig. 4. Spermatangial crust.

Fig. 5. Section of a crust bearing both cystocarpic and spermatangial conceptacles.



T. Masaki & J. Tokida: Studies on the Melobesioideae of Japan. II

PLATE III

Melobesia zostericola Foslie

Photomicrographs of surface views (Figs. 1-5) and vertical sections (Figs. 6-10) of fertile specimens from Yamasedomari, Hakodate.

Fig. 1. Marginal portion of a crust with elongated, regularly arranged, marginal cells. (Cf. Pl. VI, Fig. 3). × 227.5

Fig. 2. Marginal portion of a crust with short, irregularly disposed, marginal cells. (Cf. Pl. VI, Fig. 4). × 227.5

Fig. 3. Sporangial crust. × 62

Fig. 4. Sporangial and cystocarpic crusts adjoining each other. × 62

Fig. 5. Spermatangial crust. × 62

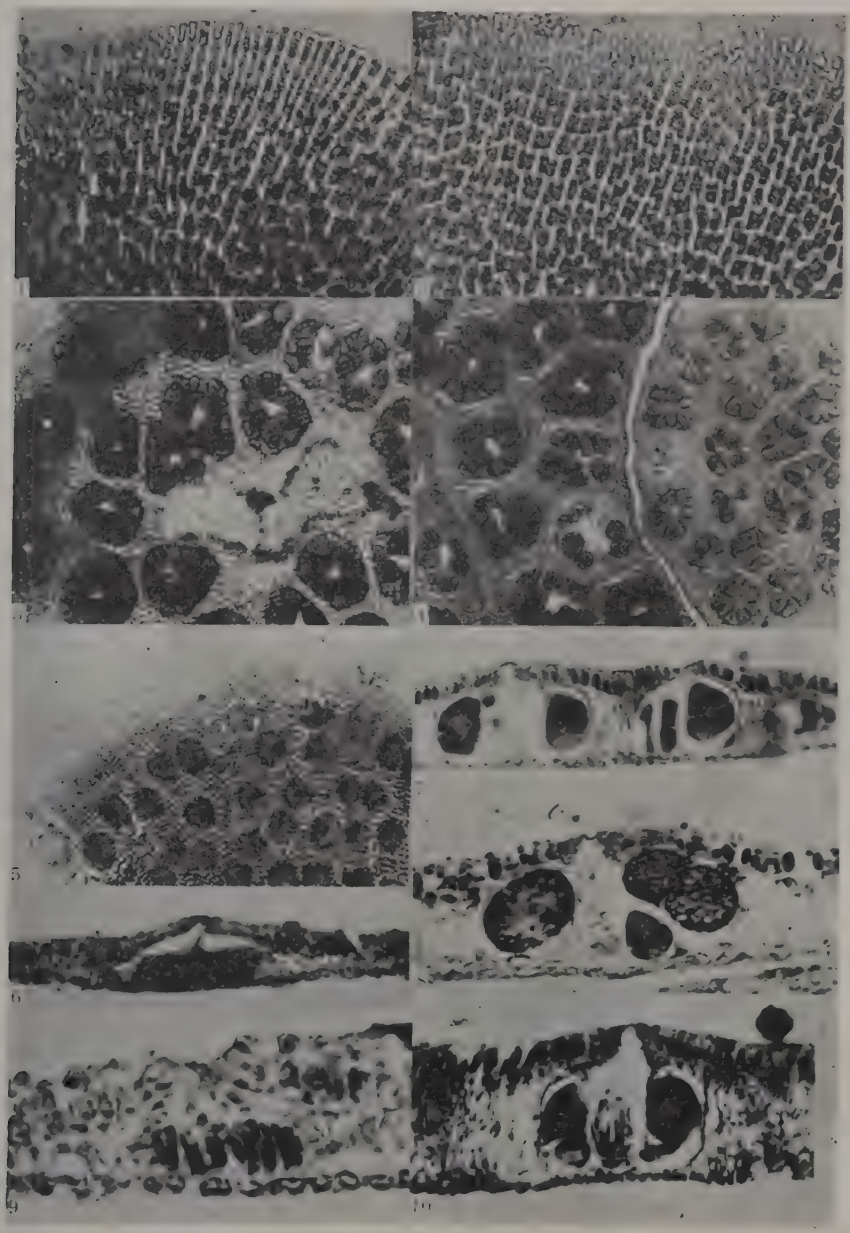
Fig. 6. Spermatangial conceptacle. × 227.5

Fig. 7. Sporangial conceptacles. (Cf. Pl. VII, Fig. 1). × 154

Fig. 8. Sporangial conceptacle. (Cf. Pl. VII, Fig. 4). × 227.5

Fig. 9. Spermatangial conceptacle. × 560

Fig. 10. Cystocarpic conceptacle. × 227.5



T. Masaki & J. Tokida: Studies on the Melobesioideae of Japan. II

PLATE IV

Dermatolithon Corallinae (CROUAN) FOSLIE

Fig. 1. Vertical section through marginal portion of a crust. × 500

Fig. 2. Vertical section through marginal portion of a crust thickened abruptly within the margin. × 500

Fig. 3. Tetrasporangial conceptacle. × 275

Fig. 4. Section through the center of a young ring-shaped sporangial conceptacle. × 300

Fig. 5. Section through the periphery of a young ring-shaped sporangial conceptacle. × 300

Fig. 6. Spermatangial conceptacle. × 650

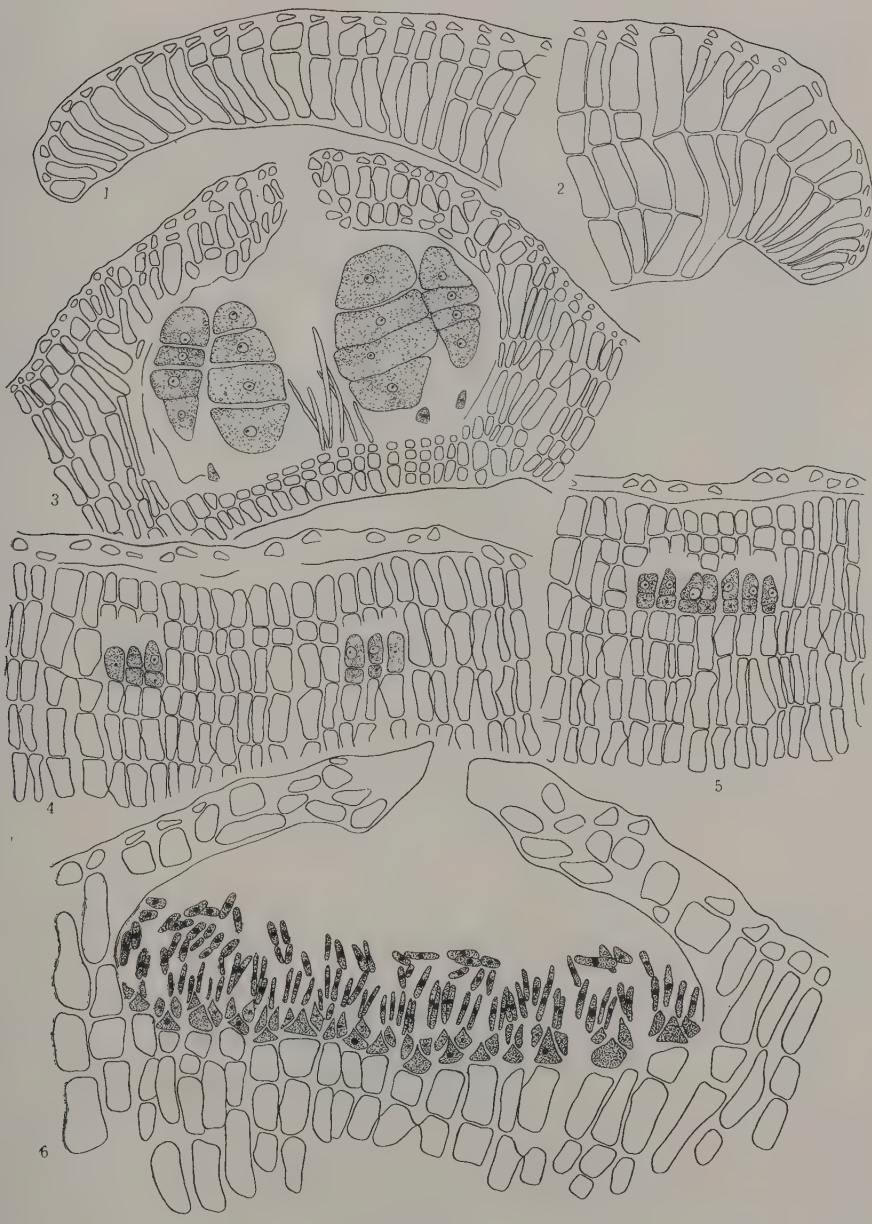

1
2
3
4
5
6

PLATE V

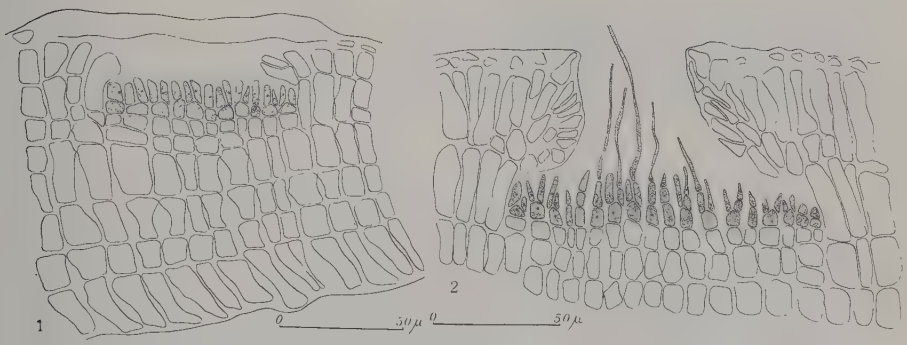
Dermatolithon Corallinae (CROUAN) FOSLIE

Fig. 1. Vertical section of young procarpic conceptacle.

Fig. 2. Vertical section of procarpic conceptacle.

Fig. 3. Vertical section of cystocarpic conceptacle.

Fig. 4. Vertical section of spermatangial conceptacle with a spout.


1
0 50μ
2
0 50μ

3
0 50μ

4
0 50μ

PLATE VI

Melobesia zostericola Foslie

Fig. 1. Vertical section of the marginal monostromatic portion of a crust. × 650

Fig. 2. Vertical section of the marginal monostromatic and distromatic portions of a crust. × 650

Figs.3. & 4. Surface view of the marginal portion of a crust. (Cf. Pl. III, Figs. 1 & 2). × 550

Fig. 5. Vertical section of procarpic conceptacle. × 1300

Fig. 6. Vertical section of spermatangial conceptacle. × 650

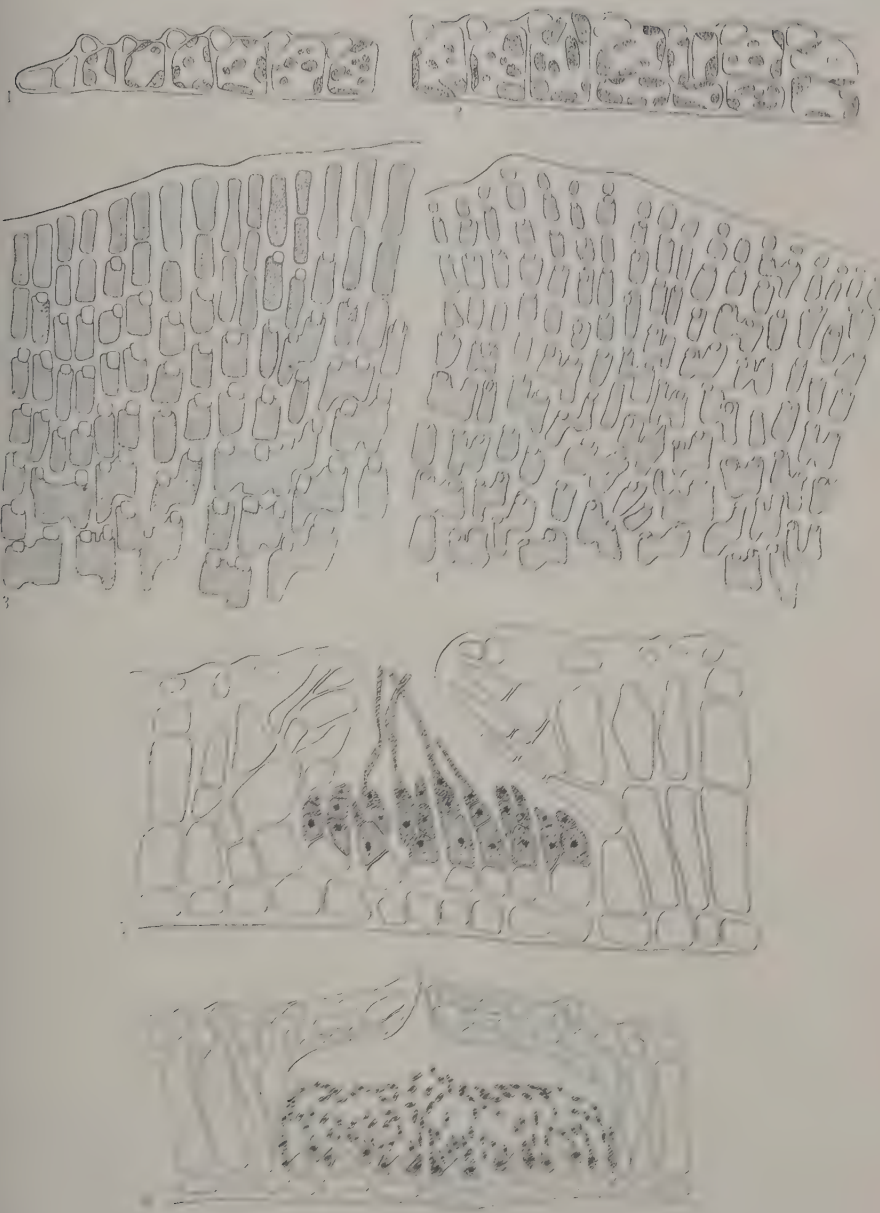


PLATE VII

Melobesia zostericola FOSLIE

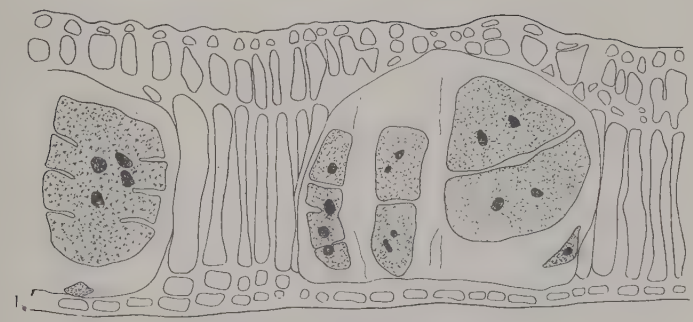
Vertical sections of sporangial conceptacles. × 400

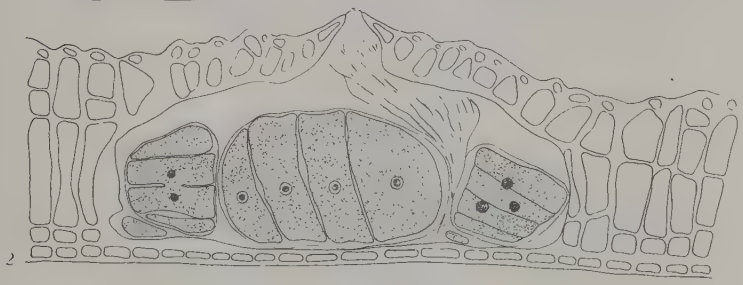
Fig. 1. Tetra- and bisporangia in one and the same conceptacle. (Cf. Pl. III, Fig. 7).

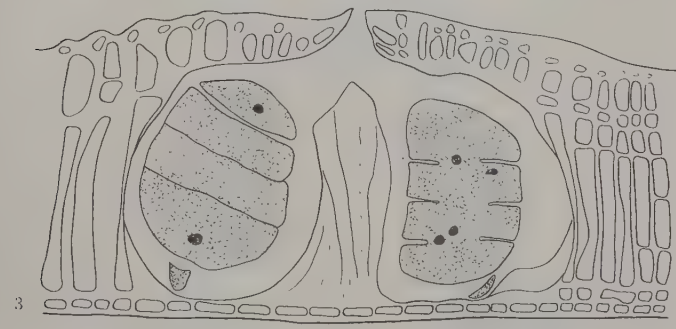
Fig. 2. A large tetrasporangium lying on the central part of conceptacle floor, pushing aside the columella.

Fig. 3. A typical tetrasporangial conceptacle with a columella at the center of the floor.

Fig. 4. Bisporangial conceptacle with binucleate spores. (Cf. Pl. III, Fig. 8).


1


2


3

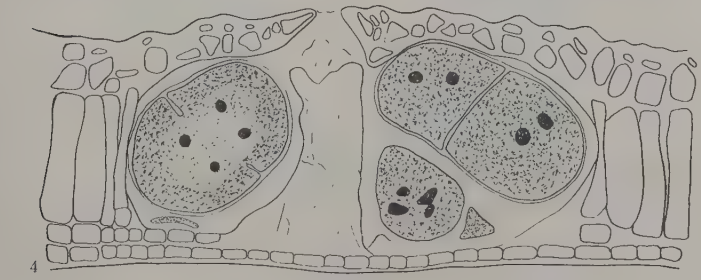
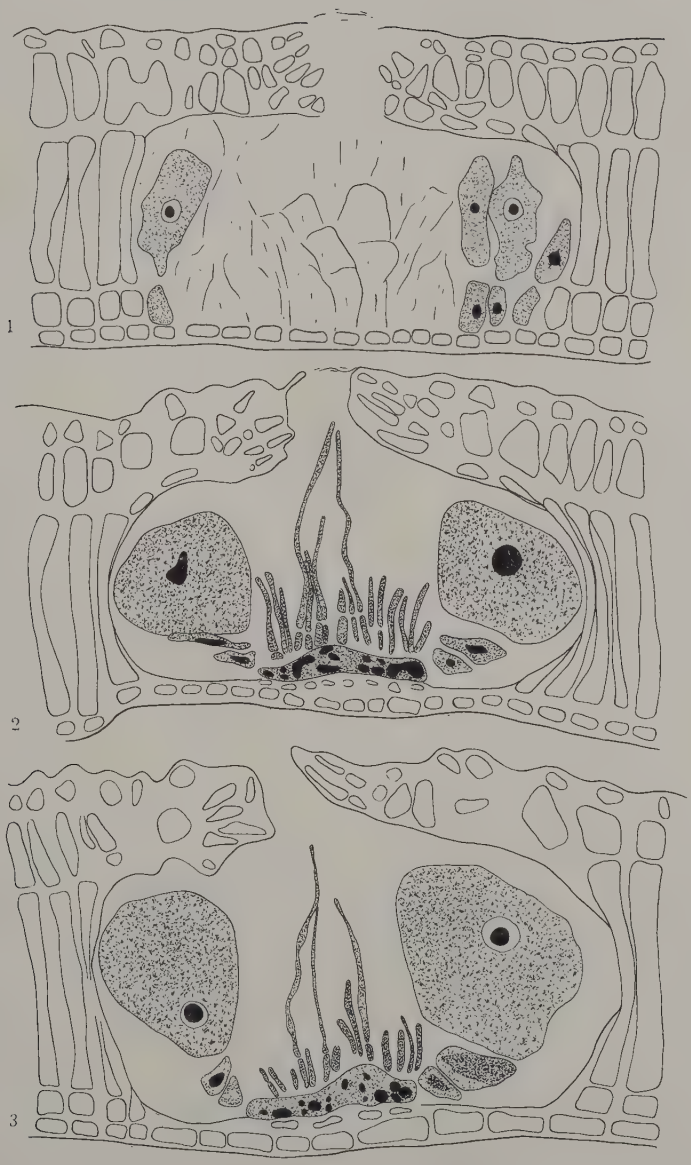

4

PLATE VIII

Melobesia zostericola Foslie

Fig. 1. Vertical section of sporangial conceptacle with young sporangia. × 550

Figs. 2. & 3. Vertical section of cystocarpic conceptacle. × 650


1
2
3

潮境の探知に就いて

石田正巳・鈴木恒由・佐野典達
(北海道大学水産学部航海測器学教室)

斎藤市郎・三島清吉
(北海道大学水産学部遠洋漁業学教室)　(北海道大学水産学部練習船北星丸)

On the Detection of the Boundary Zone

Masami ISHIDA, Tsuneyoshi SUZUKI, Noritatsu SANO

Ichiro SAITO and Seikichi MISHIMA

Abstract

The boundary zone between different water masses has been long utilized by fishermen as a good fishing ground.

Many works on the boundary zone have been published already by many investigators on its physical, chemical and marine biological aspects. Moreover more quantitative studies have been reported from the standpoint of fisheries during the last few years.

The present work was undertaken to learn how to detect the boundary zone efficiently using the auxiliialy apparatus such as radar and sonar equipments, from the stand point of fishing. Especially sonar equipments were very useful to detect and investagate the boundary zone because the recorded various sonar echoes from the water temperature or salinity discontinuous layers, plankton and other suspended matter groups, and also abnormally moving water masses may inform one roughly to some extent about the actual state of the bounbary zone.

1 緒　　言

古来から潮境が各種魚族の好漁場となるということが漁業従事者の経験的事実から伝承され，又ある程度それが利用されてきた様である。又これを裏づけるための研究にも多くの努力が払われてきたが，何分にも潮境自身を漁業環境として考える場合に，物理化学的に，並に海洋生物学的に定量的把握の困難な因子が多いのみならず，常に魚族との生理生態学的関連に於て考察しなければならぬから，その解明には初めから多くの困難が予想される問題である。従来迄の研究も，主として特定の潮境に於ける物理化学的因子を実測したものが多いように見受けられ，最近松平がより定量的な研究として，潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究を発表しているが[1]，吾々は主として漁業的立場より潮境の探知という問題から初め，次いで潮境の構造と漁業生産との関連を若干の例をとつて考察して行きたい。

2 潮　　境

一般には，潮境とは寒流系水と暖流系水の如き異つた水塊の境界を呼び，又この両水塊の衝合する潮合線上に現われた特殊の漣の立つた泡や藻などの集つた線を潮目と呼んでいる。潮境では両側の水塊の混合，乱流，渦流，収斂等が起きて居り，且風波がある場合，夫等との相対関係に依つて，漣が大きくなつて崩れるため，白波が立つたり，又は逆に漣を消してトロミを作つたり，その様相は複雑で，且不安定である。大きな寒流系水と暖流系水の衝合する大洋に於ける潮境は，比較的はつきり現われる場合が多いが沿岸，特に潮流を伴う海域に於ける小さな潮境は，かなり不安定で，変化が激しいようである。又潮目と称する線がはつ

きり肉眼で見えているにかゝわらず実測して見ると，同系統の水塊の衝合であるらしい場合もある。従つて潮目が見えるからといつても，どういう水塊の衝合によるものかゞ具体的にはつきりしなければ，それが漁業学的意義のある潮境に関係あるものか否かは，勿論分らないが只漁場探索という見地からすれば，潮目は一つの目安となるので，潮目及潮境の探知という問題を先づ取上げて見る。

3 潮目乃至潮境の探知の補助方法

潮境の探知は予め海流，潮流の状態から目標とするものゝ発生場所を推定しておき，現場で実際に確めるという方法をとるのが普通であるが，潮境は季節的変動が大きいようなので，補助方法があれば，尚探知が能率化される訳である。特に夜間などで，肉眼の探知能力が限定される時などに補助的に役立つ。吾々の経験では radar に依る探知，水中音響探知機に依る探知，及び航空機よりの探索がある程度有効なことが判つた。これに就いて述べる。

4 radar に依る探知に就いて

一般に radar scope 上には波浪に依る海面反射が現われるが普通の航行上の目的には，之は寧ろ好ましくないので，anti-clutter 回路の使用に依つて夫等の映像を可及的に消すようにしている。然し目下の潮境の探知という目的には，逆に海表面から湧き立つ白波を伴う潮目を可及的に radar 映像として捕捉する様にする，即ち anti-clutter 回路を調整して，潮目と他の波浪との相対的強度の差を求めて，潮目の映像を適当に画面に残す様にする。斯の様にすれば特別に波浪の激しい場合でなければ潮目をある程度探知することが出来る。Fig. 1 ～Fig. 3 は津軽海峡で捕捉した潮目の radar 映像の例である。Fig. 1 はFig. 4 の position 5 に於いて，自船から約1浬の距離に現出していた潮目で，肉眼でも認められたものである。この際の海上状態は波浪階級3風速5米程度で，潮目にはかなり白波が大きく湧立つていたが，anti-clutter 回路1で潮目の映像は最も鮮明に弁別出来た。Fig. 2 は Fig. 4 の position 4 に於いて，得られたもので薄暮であつたので，肉眼では余りはつきりしなかつたが radar 映像によつて潮目が何本も列をなして縞目状に分布して居たものである。この時の海上状態は波浪階級3風速5米で，anti-clutter 回路1で最適であつた。Fig. 3 は自船の航跡を radar で捕捉してみたものであるが，海面上に白波が湧立つている様相は潮目に近似しているが海面上で湧立つている時間が短いので，自船に近い所以外はよく捕捉出来ない。従つて radar で捕捉出来るためには，白波の波頭が海上よりある高さを持つことが必要となつてくる。以上の諸例より波浪がある程度

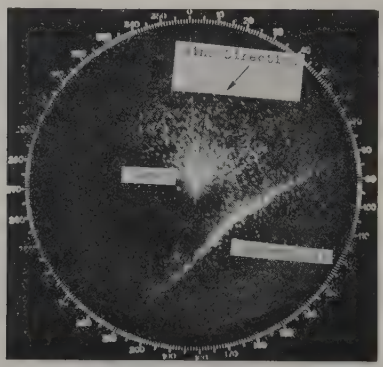


Fig. 1. Radar echoes of current rip obtained at the Tsugaru Strait at position 5 in Fig. 1. 1956

Fig. 2. Radar echoes of current rip obtained at the Tairadate Strait at position 4 in Fig. 1. 1956

Fig. 3. Radar echoes of ship wakes obtained at the Tsugaru Strait 1956

以上激しくなければ1～2浬の距離にある潮目を弁別捕捉出来る可能性かあることか分つた。

5. 水中音響探知機に依る探知に就いて

潮境では異つた水塊の衝合が起つているから，玆に水温，塩分の不連続帯，並に水塊の異状流動と気泡の発生，又プランクトン群等の海洋生物集団，及び海中懸垂物集団等の諸因に依つて水中音響の反射が生じていることが推定される。従つて潮境に於ける水中音響の反射を求めて，その反射映像を他の実測された海洋データーと照合することに依つて，潮境の探知並に潮境の構造究明にも有益な資料を得ることになる。只この方法は自船が潮境に極く近く接近するか，乃至は潮境に入りこまないと探知し難いことが難点である。このような海洋調査的な目的には，以上の諸因の反射量は一般に小さいから，高出力，高感度の音響探知機の使用が望しく，且水平方向の音響探知機，及び可変周波音響探知機の併用も有益である。今回は主として海上電機製の SF-220 型の 24KC の垂直方向の音響測深機を使用した。

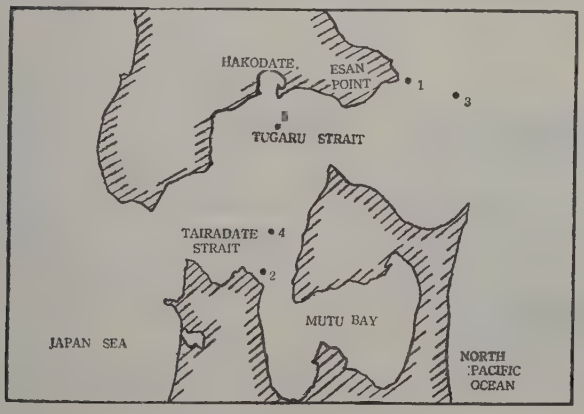


Fig. 4. Position of observations

扨上記の諸因に基く異状反射の基礎的解析と実験に就いては他に発表する予定[3]なので玆ではその結果を参考にしつゝ，現場で得られた幾つかの実測例に就いて述べて行きたい。

5-a) 水温躍層に依る反射

異状反射の内水温躍層に依る場合が度々実測されたが，水温の変化の形は大別すると次の二つの型が存在する様である。即ち水温が水深に対して変化する場合，温度TからT＋⊿T迄の変化が全く鋭く飛躍的に変化する場合〔Fig. 5 (a)〕と緩慢に略指数的変化する場合〔Fig. 5 (b)〕とある。実際の水温測定に依れば両者の場合の何れかに近い形が得られることが多い。

今水温T，及び（T＋⊿T）の時に相応する伝播速度をC及び（C＋⊿C）とし，伝播速度の水深Zに対する函数型を次の様に考える。

（a） 飛躍変化の場合

$$\left.\begin{aligned} V(Z) &= C \qquad Z > 0 \\ V(Z) &= C + \Delta C = C' \qquad Z < 0 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (1)$$

（b） 緩慢変化の場合

$$1/V^2 = 1/(C+\Delta C)^2 + 2\Delta C/\{C^3(1+\exp(2\pi Z/d)\} \cdots\cdots (2)$$

2d：水温変化を生じている水層の厚み

音圧反射率は (a), (b) の場合に対して夫々S及びS′とすれば次の如くなる。

$$S = \frac{(C+\Delta C)\sin\theta / C\sin\theta' - 1}{(C+\Delta C)\sin\theta / C\sin\theta' + 1} \sim \left(\frac{\Delta C}{2C}\right) \quad \text{但し } \theta = \theta' = \frac{\pi}{2} \text{ の場合} \cdots\cdots(3)$$

$$S' = \frac{\sinh\left[US/(1+S)\right]}{\sinh\left[U/(1+S)\right]} \cdots\cdots(4)$$

但し　$U = (2\pi d/\lambda)\sin\theta$　λ：波長

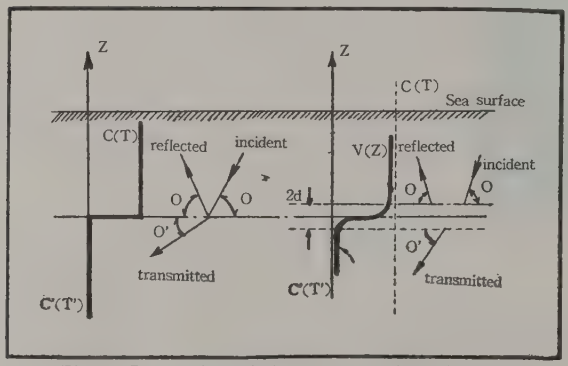


Fig. 5. Propagation velocity *versus* sea depth functions
a) sharp change
b) smooth change

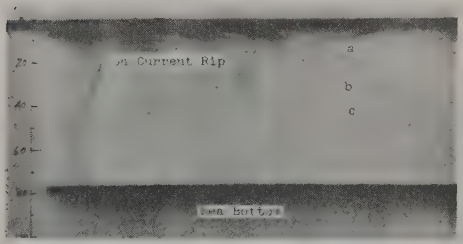


Fig. 6. Sonar echoes due to sea water temperature changes obtained at position 2 (a) in Fig. 4

従つて水温T（又はそれに相応する伝播速度C）と水温変化ΔT（又は伝播速度変化ΔC），及び水温変化を生じつゝある水層厚み 2d, 及び波長λの諸量を知ると，垂直方向に送受波した場合の音圧反射率S及S′を予想することが出来る。尚実測される反射損失は，躍層の水深をR米として，(a) 及び (b) の場合夫々，

$$\beta = 20\log_{10}S + 20\log_{10}R$$

又は $\beta' = 20\log_{10}S' + 20\log_{10}R$

として考えてよい量である。

Fig. 4 の position 2 の平鎗沖に於いて，かなり大きい潮目を発見しその潮目上を横切つて，極低速度で調査船を移動させて反射を調べたもので，その記録を Fig. 6 に示す。又水温の垂直分布特性を Fig. 7 に示す。水面より約水深10米迄の範囲には潮目の存在による海水の擾乱があり，当然含有気泡も多いと考えられるので，それに依る反射も強い。又水深15米，30米，及び38米帯に水温の急激な不連続があり〔Fig. 7 の (a), (b), (c)〕これに相当する水深に明かに反射が記録されている。〔Fig. 6 (a), (b), (c)〕この反射損失を実測した所 (a), (b) で約45db, (c) で約52dbであつた。尚反射 (a) に相当する水深にはプランクトンの分布が特に多く，之に依る反射も加味されているものと推定される。この場合には水温分布から分る如く，潮目のある海域では，異系統と思われる水塊が細かく，複雑に入り組んでいる如く推定される。そしてプランクトン分布の特に密な水深帯の下部には水温の躍層が存在する場合が多く，この傾向は position 3，及びその他の点でも認められた。これは水温の躍層とプランクトンの分布との間にある関連のありそうなことを暗示している。Fig. 6 (a) の記録に相当する水深のプランクトンの種類は殆と動物性で Table 2 に示す如きものである。

尚水温躍層が音響探知機で記録し得るためには，水温変化が鋭く飛躍的に存在する場合（普通摂氏数度位迄）は比較的良く記録されるが水温変化がある厚みを以つて徐々に存在する場合，温度傾度が1°C/m位あることが必要なことが多かつた。

5-b)　主としてプランクトン及び其他海中懸垂物質に基く反射

波長に比べて極く小さい懸垂物質群の反射は近似的に計算されるが[3,5]，反射損失は理論的には近似的に次式で与えられる。

$$\beta = 20\log_{10}\frac{\lambda^2}{\pi V}\left(\frac{\rho}{\Delta\rho}+\frac{m}{\Delta m}\right)\frac{1}{\theta_0\sqrt{\pi\ln}} + 20\log_{10}R \quad \cdots\cdots(5)$$

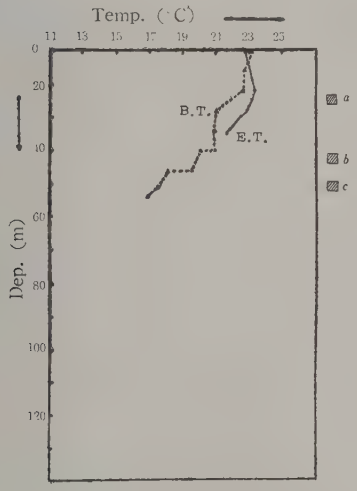


Fig. 7. Vertical distribution of temperature at position 2 in Fig. 4

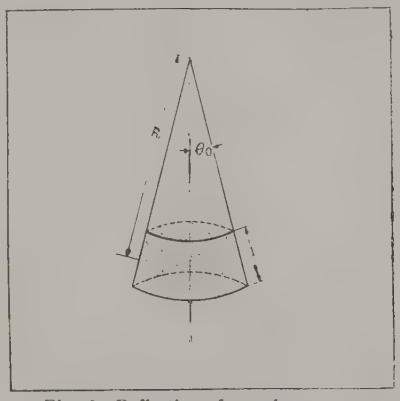


Fig. 8. Reflection of sound waves on the group of small suspended bodies in the sea

Table 1. Observed oceanographic data at position 2(a) in Fig. 4
Position 1. (Lat. 41°-48.0′N, Long. 141°-12.5′E) July. 27, 1956

Depth (m)	W.T (°C)	Cl (‰)	O_2 (cc/L)
0	15.3	17.800	3.52
10	14.6	18.020	4.86
20	11.4	18.460	
30	10.6	18.592	5.64
50	10.1	18.630	5.59
75	9.9	18.731	5.64
100	7.3	18.610	6.33

但し Fig. 8 に於いて，送受波器の有効指向角 θ_0，パルス幅 τ を以つて送受波が行われている時，送受波器より R 米の距離に存在する懸垂物質群は，図で厚さ $l = \tau/2 \cdot C$ なる球殻中のもののみ反射音圧の合成に寄与するのである。

(5) 式中の文字の物理的意味は，

V：懸垂物質体積（個体）
λ：音波長
ρ：媒質密度
$\Delta\rho$：媒質と懸垂物質の密度差
m：媒質圧縮率
Δm：媒質と懸垂物質の圧縮率差
θ_0：送受波器の有効指向角

l：パルス幅の半分を媒質内の長さに換算したもの

n：単位体積当りの懸垂物質の数

R：懸垂物質群の存在する水深

Fig. 4 の position 2 (b) は position 2 (a) より，潮目を離れて1.5km陸地寄りの所であつて，調査船を低速で移動している時，記録に現われて来たもので，この辺一帯は海面より肉眼で見ても，大分緑灰色に変色して見える程懸垂物が繁殖して居て，プランクトンネットで曳いてみると，俗称ヌタと称する如き懸垂物が密集して採取された。この記録は Fig. 9 の水深12米帯に現われているもので，この水深帯ではプランクトンの分布も一番厚く，プランクトンの種類は Table 2 に示す如く，殆ど動物性であつた。尚この海域でも海面

Table 2. Observed oceanographic data at position 2(b) in Fig. 4

Position 2(a). (Lat. 41°-12.5′N, Long. 140°-39.2′E) Aug. 15, 1956

Depth (m)	W.T (°C)	Cl (‰)	O_2 (cc/L)	Plankton
0	22.8	18.452	5.16	Ceratium inflexum
12	23.3	18.620	5.12	Chaetoceros affinis
15	23.2			Ceratium tripos
18	22.9	18.656	5.14	Nauplius of Copepoda
20	22.5			Lriopi rosanea
30	21.7			

Position 2(b). (Lat. 41°-12.5′N, Long. 140°-39.2′E) Aug. 15, 1956

Depth (m)	W.T (°C)	Cl (‰)	O_2 (cc/L)	Plankton
0	22.7	18.585	5.15	Ceratium inflexum
10	23.2	18.551	5.12	Ceratium tripos
20	23.1	18.585	5.14	Penilia schmackeri
30	22.9	18.601	5.14	Nauplius of Copepoda
50	20.2	18.960	5.34	Chaetoceros affinis
75	16.8	19.115	5.65	

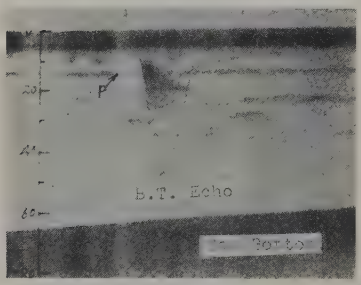


Fig. 9. Sonar echoes due to plankton obtained at position 2(b) in Fig. 4

から水深30米位迄は水温が略一定であり，プランクトン密集帯の下部で急に水温が下降して水温傾度が比較的大きい所がある。水温分布は Fig. 10 に示す。

このプランクトン群の反射損失は約42dbであつた。

又Fig. 4 position 3 では position 2 と別の潮目があり，その附近で得られた記録である水温分布は Fig. 11 に示す如く，水深30～35米帯に水温の躍層があり，又この水深より稍上方でプランクトン分布が最大であつた。プランクトン群に基く反射記録は Fig. 12 に示す。この反射損失は約55dbであつた。

反響記録は水深からいつて，丁度プランクトン群の水深に相当し，水温飛躍に基く反射は水温傾度が余り大きくないことゝ，水温躍層の上部のプランクトン群の存在の

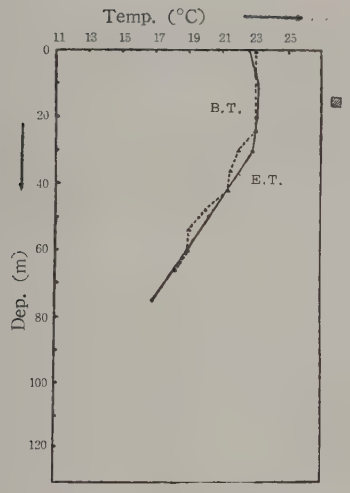


Fig. 10. Vertical distribution of temperature at position 2(b) in Fig. 4

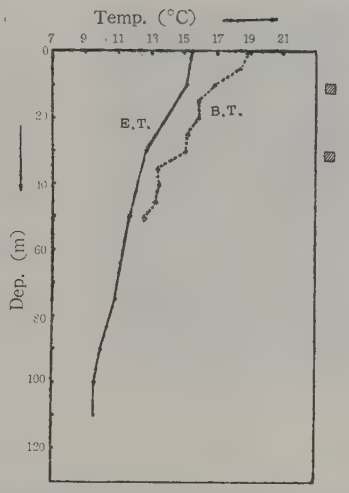


Fig. 11. Vertical distribution of temperature at position 3 in Fig. 4

ため記録には明瞭に現われていない。プランクトン群の種類は Table 3 に示す如く，殆ど全部が動物性であつた。又プランクトン群の写真は Fig. 13 (a) 及び 13 (b) に示す。

Table 3. Observed oceanographic data at positon 3 in Fig. 4
Position 3. (Lat. 41°-45.2′N, Log. 141°-24.5′E) Oct. 6, 1956

Depth (m)	W.T (°C)	Cl (‰)	O_2 (cc/L)	Plankton
0	17.5	18.340		Calanus helgolandicus
10	17.2	18.369		Oithona plumifera
30	14.8	18.498		Oncaea venusta
50	13.8	18.614		Oncaea conifera
75	13.0	18.624		Eucalanus giesbroccti
90	12.1	18.661		
100	11.8	18.669		
110	11.8	18.706		

5-c) 海水の塩分差に基く反射

海水の塩分が異つている境界では塩分の差に起因して海水の圧縮率と密度に於ける差が生ずるため，反射が生じ得る。理論的には温度差の場合と同様に取扱うことが出来る。只塩分 1 ‰の変化は，略温度0.6°Cに相応して海水中の音波伝播速度に変化を与えるから，かなりの塩分差が存在しなければ，反響記録は得難い。塩分の変化の顕著な例として河水が湾に注入する河口を挙げることが出来る。その一例として網走川が湾に注ぐ所で，河水が表層 5 米位迄拡がつて居り，下部が海水になつている所で反響を求めることが出来た。尤もこの河水と海水では水温も異つているため，水温の不連続もあり，塩分差と温度差の両原因が混在してい

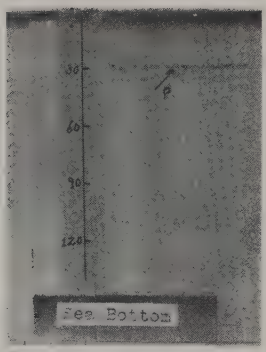


Fig. 12. Sonar echoes due to plankton obtained at position 3 in Fig. 4

るが，約30‰の塩分差と約4°Cの温度差では反射の主原因は，塩分差であろうと推定される。Table 4 は代表的観測点15の観測結果を示す。又 Fig. 14 はそれを図示したものである。この海域の等密度曲線を画いたものが，Fig. 15 で，河水と海水との混合状態を示している。丁度 station 15 の附近で河水が表面に拡がつて居り，河水と海水との徴合する所に温度の不連続点のあることも分る。又この境界では植物性プランクトンが中位の密度で分布するのが認められた。反射損失の実測は約 39db で Fig. 16 は反響記録を示している。

5-d) 気泡層に基づく反射

異なつた水塊の徴合に依つて生ずる海面の潮目は極めて多くの気泡を含んでいる。この気泡層の厚みは各々の潮目によつて勿論異なるが，風の状態に依つて非常にその様相を異にする。一例として，石狩湾に於いて石狩河口から注流した河水が海水と徴合する所では，大きな潮目を作つているが，この潮目は風の影響と，

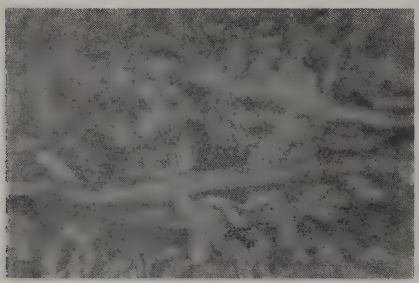


Fig. 13. a) Microspical photographs of plankton from which sonar echoes were obtained as shown in Fig. 11

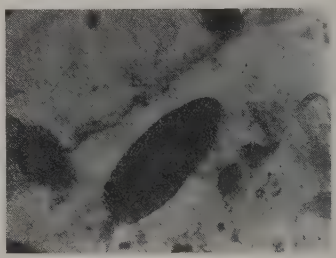


Fig. 13. b) Partially enlarged

Table 4. Observed oceanographic data at St. 15 in Abashiri Bay

Depth	W.T (°C)	O_2 (cc/L)	Cl (‰)	S (‰)	σ_t	ρ (gr/cm^3)
0	12.5	7.37				1.0104
5	8.7	7.49	18.050	32.610	25.30	1.0253
10	7.7	7.39	18.250	32.291	25.75	1.0257
15	7.3		18.331	33.116	25.91	1.0259

両水塊の押し合い状態で極めて様相が変化する。Fig. 17 (a) はその代表的潮目で，Fig. 17 (b) はこの潮目に特に大きなアブクが集合した状態である。温度の異つた水塊の徴合する境界では，気泡の発生が考えられる。これを酸素量で推定しようとしたが，潮境では複雑な変化を示すので，これに就いてはまだ確言出来な

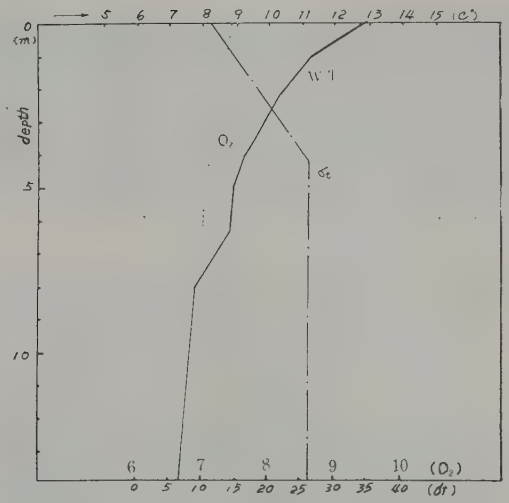


Fig. 14. Vertical distribution of temperature (W.T.), oxygen (O_2), density in *situ* (σ_t) observed at St. 15 in Abashiri Bay

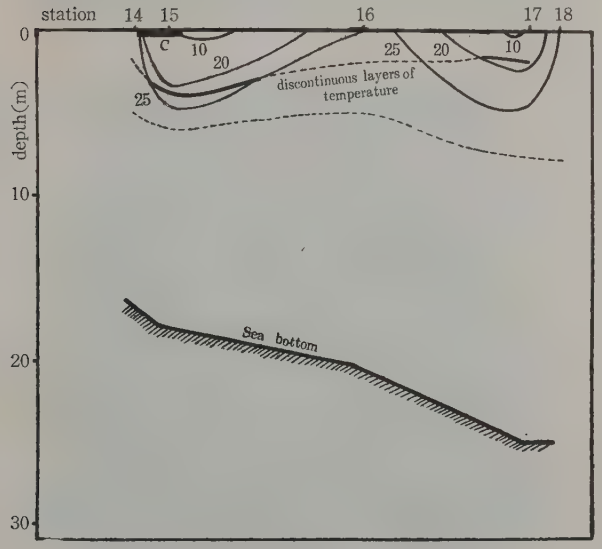


Fig. 15. Vertical iso-density curves observed near the current rip in Abashiri Bay

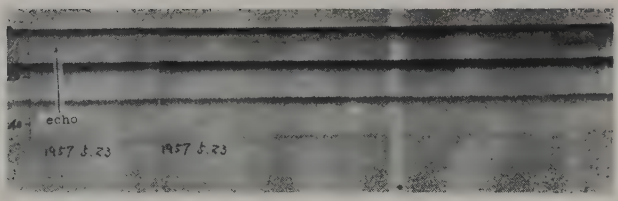


Fig. 16. Sonar echoes due to sea salinity changes obtained near the current rip in Abashiri Bay

Fig. 17. a) Representative current rip in Ishikari Bay

Fig. 17. b) Large bubbles formed on the above current rip

い。Fig. 18 は Fig. 17 (b) の潮目を横切つた時の反響記録で音響探知機の送受波器は水面下 1.5 米に位置してこの位置が零線となるので実際は，水面から 6～7 米迄の間は含有気泡層かあるものと推定され反響もかなり強い。又この附近では海水の擾乱が多いため不規則な雑音的記録も多い。

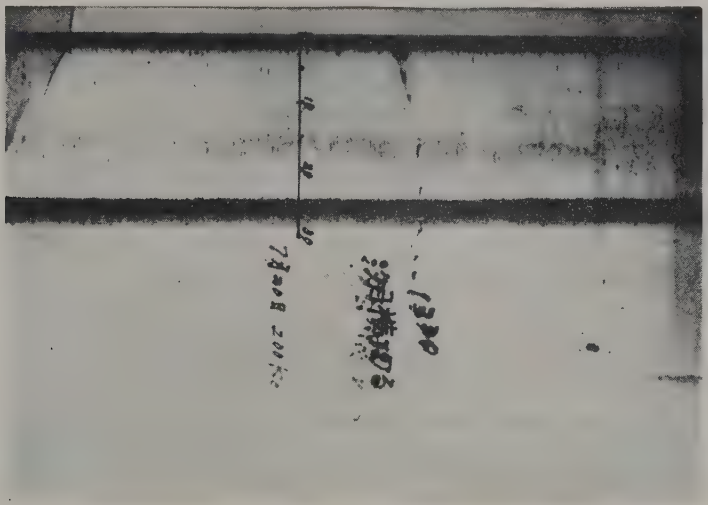


Fig. 18. Sonar echoes due to the bubbles-containing sea water layer under the current rip

6 航空機上よりの探索

航空機を用いると，潮目を迅速に且形状を全体的に把握出来，又その変化を良く観測出来るので，有効な方法である。Fig. 19 は石狩湾に於ける河水と海水の衝合状態を 400 米高度より撮影したものである。これの詳細に就いては次報に譲る。

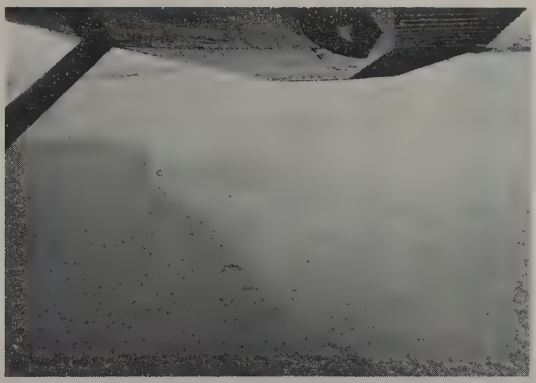


Fig 19. Photograph of the River Ishikari running into Ishikari Bay photographed from a airplane at the height of 400 meters

7 考察並結論

以上の如く水中音響探知機を主体にして潮目内至潮境の探知に就いて述べたが，探知という点からすれば航空機並にRadarを用いて，海表面の潮目を目標にして探知した方が有効なるは言を俟たないが潮境の調査という見地を入れると水中音響探知機の利用は，別の有効性を与えることになる。種々の実測例より知り得たことは次の如くである。

(1) Radarを用いて1～2浬の距離に於いて潮目を確認出来る。

(2) 水温躍層は，1°C/m程度の傾度があれば普通の音響測深機でも記録し得る。反射損失は45～60db位の場合が多い。

(3) プランクトン群も比較的良く反射されるプランクトン群の特に密な所の下部には水温躍層の存在する場合が多かつた。

(4) 塩分躍層は河水と海水の境界の如く，かなり差がなければ反響は得られない。

(5) 含有気泡層は極めてよく反射される。

8 謝 辞

本研究は1955年より着手したものであるが，実験手段の不備と実験の困難さで未だ不明な点が多い。本研究には海洋学的知見については，当学部海洋学気象学教室の小藤助教授に多大の御援助をいたゞいた。深く謝意を表する。又実験に於ける遠洋漁業学教室の前田辰昭氏及び北星丸乗組員諸氏の御協力と，特に網走湾並に石狩湾に於ける実験に当つての関係各位の御後援に対しても厚く謝意を表する。尚海洋生物に就いては当学部富士昭氏並に藪照氏，海洋化学に就いては小黒美樹氏の御援助をいたゞいた。併せて深謝する。

参 考 文 献

1) 松平他 (1956). 潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究Ⅰ. 日水誌 **21** (11), 1134～1140.

2) 松平他 (1956). 潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究Ⅱ. 日水誌 **21** (11), 1141～1143.

3) 未発表

4) Richard R. Carhart (1953). *J. of Appl. Physics* **24** (7), 929～934.

5) Lord Rayleigh (1917). *Theory of Sound II.* [p.152] London; Lowe & Brydone Ltd.

風圧による船舶の横漂流について

齋　藤　昭　二
(北海道大学水産学部練習船おしよろ丸)

Observations on the Ship's Drifting due to Wind Action

Shoji SAITO

Abstract

A vessel on the ocean which stops her engine is subjected to wind action and starts drifting.

On the cruises of the training ship "Oshoro Maru" of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University, in June and July from 1957 to 1959, to Aleutian Waters and the Bering Sea, the writer measured the drifting quantity by means of radar watching directed to the corner reflector which was mounted on the salmon-gill net.

From this observation, the following results were obtained;

1) The ship had the wind from 2 points (22 1/2 degrees) ahead the beam to 1 point (11 1/4 degrees) abaft the beam and was drifted (Fig. 5):

Then, the drifting direction of the ship and the wind direction did not correspond, and the vessel was drifted to leeward ahead the beam. (Fig. 4)

2) The drifting velocity of the ship in relation to the wind velocity is obtained by the following experimental equation:

When: S/S_w 1.66

$$v = 0.118\ W$$

where: S: Longitudinal projected area of ship above water-line

S_w: Longitudinal projected area of ship below water-line

v: Drifting velocity (kt)

W: Wind velocity (m/sec)

I 緒　　言

海上において船舶が機関を停止し，風圧及び潮海流の作用下にある状態を漂流という。漂流量の問題は，その始めに，船が風圧の作用線といかなる相対角度にあつても，風圧の作用下ではやがて一定の相対角度と一定の漂流速度をもつて漂流するにいたる，この場合の漂流方向及び速度を求めることにある。

船舶の漂流に関しては，安井[1]の春風丸実験及び最近では上坂等[2]の定点観測船あつみ実験をもとにした論文等があげられる。

洋上における船舶，特に漁船が漁撈作業中においては，しばしば正横方向より風を受けて漂泊することがある。ベーリング海及びアリューシャン海域にわたるおしよろ丸(北海道大学水産学部練習船)の航海では，毎年鮭鱒流網漁業実習を実施するが，その際風圧による横漂流量を測定する機会を得たので，昭和 32，33，34年の航海における実験結果を解析した。

II 実　　験

(1) 方　法

実験はおしよろ丸の漁業実習中に行われた。漁撈中船は，流網投網後常に Fig. 1 のような関係位置で右舷又は左舷より風をうけ，網の端に取付けたコーナー・リフレクターの風下側に漂泊しながらレーダーにより網の監視を行う。

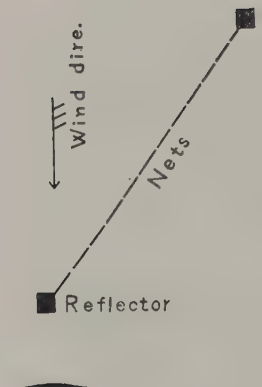


Fig. 1. Relation between the ship and her nets as effected by the wind direction

本実験においては，レーダーによるリフレクターの探知距離は3浬である，従つてこれ以上離れぬように随時風上にさかのぼる。その際リフレクターから約0.1浬の風下側に停船し，それから漂流を始めた。停船後は船が風波等に対して定常状態即ち一定の関係を保つまで待ち，それからリフレクターの方位及び距離の測定を行つた。

使用レーダーは Kelvin & Hughes Marine Radar Type 2 で，この可変距離計（0.05浬目盛）により距離を，又方位は同 Radar に組込まれた Sperry Gyro Compass Mark 14 の Repeater によつて直接真方位を測定した。漂流の観測時間は漁撈中に実施するために Table 1 に示すように統一できなかつたが，大よそ30乃至40分となつている。漂流量測定中の風速はロビンソン風速計により平均風速を，風向はプロペラ型発電式風向風速計により求めた。

(2) 結　果

実験回数は30回で，3年にわたるがいずれも6月9日から7月20日の間に行われた。観測地点は主として Fig. 2 に示すとおりベーリング海及びアリューシャン海域で，陸岸に近いところを避けた。

観測開始の時の方位，距離と観測終了の時の方位，距離とから漂

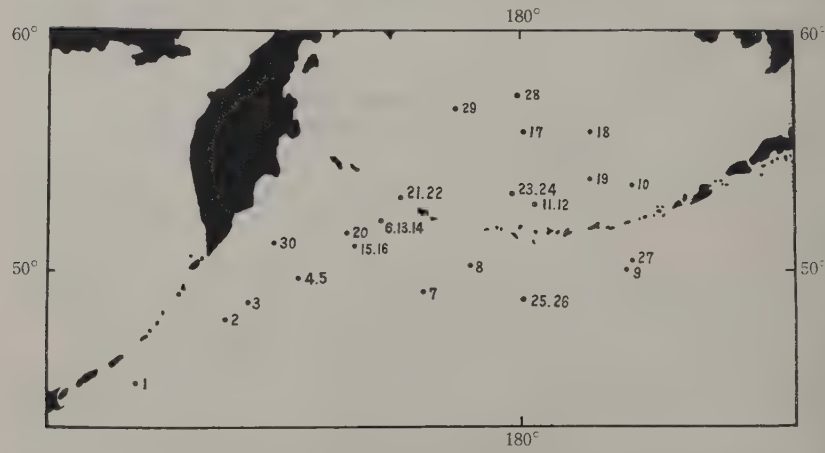


Fig. 2. Locations of the observational stations

流方向及び漂流距離を出し，これに対する風向，風速と共に Table 1 に示す。この実験は漁業実習中に実施したので，風速 10m/sec 以上の場合の資料を得ることができなかつた。

III 解　　析

(1) Table 2

Table 1 に示す漂流距離と観測時間により，各風速に対する漂流速度を求めた。又風向と船の正横方向及び風向と漂流方向とのなす角度を求め，これらを Table 2 に示す。

Table 1. Data on the relation between the ship's drifting and the wind

No.	Ship's head	Drift			Wind	
		direction	distance	duration	dire.	velo.
	°	° ′	mile	min.	°	m/sec
1	332	282.5	0.65	44	68	7.0
2	35	305.5	0.28	26	135	6.2
3	21	306.5	0.79	58	113	7.5
4	329	254	0.43	44	45	5.7
5	327	245	0.28	26	45	5.3
6	155	208	0.90	55	45	6.9
7	35	314	0.34	55	113	3.0
8	180	269.5	0.54	70	90	3.2
9	166	117	0.38	27	248	5.3
10	344	298	0.73	77	107	3.7
11	357	275.5	0.37	40	80	4.4
12	330	214	0.50	39	68	4.1
13	203	152	0.27	37	315	3.0
14	186	109.5	0.30	52	248	4.1
15	181	117	0.45	46	248	3.0
16	351	72.5	0.67	63	220	4.5
17	260	160	0.27	25	340	5.2
18	120	48	0.24	30	214	3.6
19	50	324.5	0.30	30	155	4.2
20	40	303	0.45	30	140	7.6
21	40	327	0.33	29	135	6.7
22	39	328	0.32	31	120	5.8
23	173	266.5	0.16	17	100	4.8
24	355	296	0.33	36	75	4.9
25	335	283	0.37	33	60	4.5
26	336	278	0.22	26	60	3.8
27	228	168	0.39	40	300	5.5
28	145	84	0.32	30	215	6.7
29	160	94	0.66	43	250	9.4
30	172	97	0.32	30	250	6.1

Table 2 により各風速に対する漂流速度を Fig. 3 に示す。

(2) 実験式

漂流量については，一般に漂流速度と風速との一次関係を考え次の式で与えられている。

$$v = kW \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

従つて，Fig. 3 においてこれらの結果を直線とみなし最小自乗法により次の実験式を得た（Fig. 3 の実線で示す直線）。

$$v = 0.118W \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

但し　v：横漂流速度　knot　W：風速　m/sec

(3) 安井式の方法

安井[3]によると，風圧による船舶の横漂流量には次のような関係がある。

$$v = k\sqrt{\frac{S}{S_w}}\ W \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

但し k：比例定数　S：風圧側面積　S_w：片舷浸水風積

おしよろ丸の場合，Table 3 に示すとおり風圧側面積比 $S/S_w = 1.66$であり，(3) 式から

$$v = 0.098W \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

となり，大体近い値となる（Fig. 3 の点線で示す直線）。

Table 2. Experimental results on the drifting direction and velocity in relation to the wind

No.	Wind velo.	Drifting velo.	α	β
	m/sec	knot	°	°
1	7.0	0.89	− 6	+ 34.5
2	6.2	0.65	− 10	− 9.5
3	7.5	0.82	− 2	+ 13.5
4	5.7	0.59	+ 14	+ 29
5	5.3	0.65	+ 12	+ 20
6	6.9	0.98	− 20	+ 17
7	3.0	0.37	+ 12	+ 21
8	3.2	0.47	0	+ 0.5
9	5.3	0.83	+ 8	+ 49
10	3.7	0.57	− 33	+ 11
11	4.4	0.56	+ 7	+ 15.5
12	4.1	0.78	− 8	− 34
13	3.0	0.44	− 22	+ 17
14	4.1	0.35	+ 28	+ 41.5
15	3.0	0.59	+ 23	+ 49
16	4.5	0.64	− 41	+ 32.5
17	5.2	0.65	+ 10	0
18	3.6	0.48	− 4	+ 14
19	4.2	0.61	− 15	+ 10.5
20	7.6	0.90	− 10	− 17
21	6.7	0.68	− 5	+ 12
22	5.8	0.62	+ 9	+ 28
23	4.8	0.56	+ 17	+ 13.5
24	4.9	0.56	+ 10	+ 41
25	4.5	0.67	+ 5	+ 43
26	3.8	0.51	+ 6	+ 38
27	5.5	0.59	+ 18	+ 48
28	6.7	0.64	+ 20	+ 49
29	9.4	0.92	0	+ 24
30	6.1	0.64	+ 12	+ 27

α: Relative angle between the line of wind action and ship's transverse plane

β: Relative angle between wind and direction of drift

Table 3. Dimensions of the ship "Oshoro Maru"

Gross tons	616.72
L P P	46.79
B	9.14
D	4.72
Mean draft	3.355
S (m^2)	244.53
S_w (m^2)	147.08
S/S_w	1.66

S : Logitudinal projected area of the ship above water-line

S_w : Logitudinal projected area of the ship below water-line

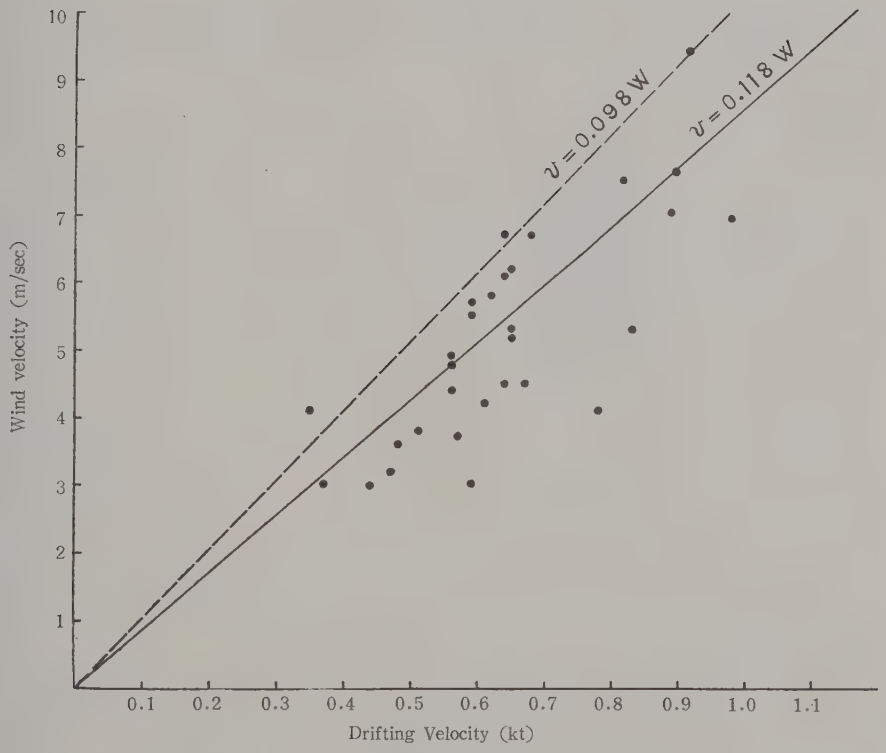


Fig. 3. Relation between wind velocity and drifting velocity

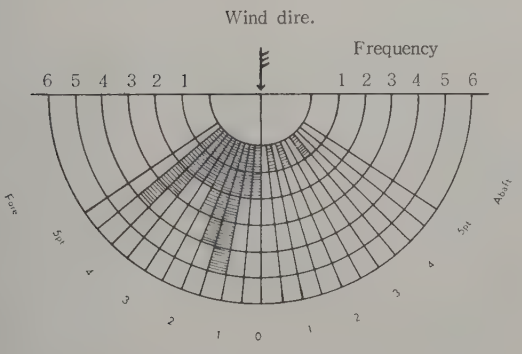


Fig. 4. Relation between wind and direction of drift

(4) 風向に対する漂流方向の度数分布

Table 2 の風向と漂流方向とのなす角度から，今風向に対してこれと同一の漂流方向を 0 点としこれより船首方向と船尾方向にそれぞれ 1/2 点ごとに区切り，その分布を図に描くと Fig. 4 に示すとおり船首方向 1 点以上 4 点 1/2 までの間の分布が多く，風向と漂流方向が一致しない。

IV 考　　察

(1) 風向と船首方向との関係

正横方向を規準として風をどんな方向から受けるかその角度を求め，船首側に＋，船尾側に－の符号をつけ

Table 2に示す。又各方向についての度数分布を表わすと Fig. 5 となる（正横方向即ち 0° の方向が2度あり，これを船首側に分布するものとした）。この図から，大体正横前2点から正横後1点の間に風を受けて漂流することの多かつたことがわかる。

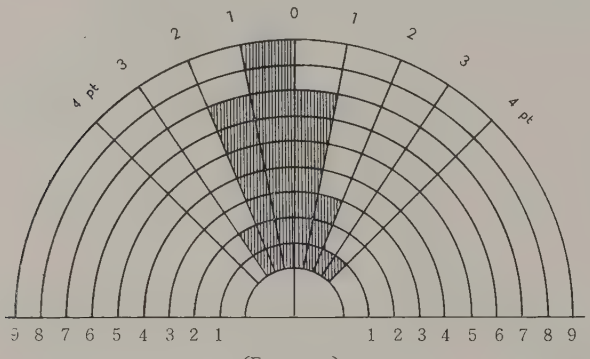


Fig. 5. Distribution of frequency of wind direction

(2) 風向と漂流方向との関係

この実験において，風向と漂流方向とは一致しなかつた。これについては，水中又は水面上の物体が運動する場合に[4]，慣性力の増加を質量の増加にもとずくものと考えて見掛質量が定義される。これは物体の外形によつて定まり，かつ方向によつてその値が異る。船舶の場合，その船首方向又は正横方向によつて見掛質量が異り，その値は $m_x \fallingdotseq 0.05 \sim 0.15$m, $m_y \fallingdotseq 0.9 \sim 1.2$m となつている。従つて船体にある方向の力を作用させると，運動の方向が力の方向と一致しない。

今 Fig. 6 のように力 f を x 軸に対して θ なる角度に作用させれば，運動の方向 φ は次のように表わされる。

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{m+m_x}{m+m_y} \cdot \tan\theta\right) \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

但し　m：船の質量　m_x：船首方向見掛質量　m_y：正横方向見掛質量

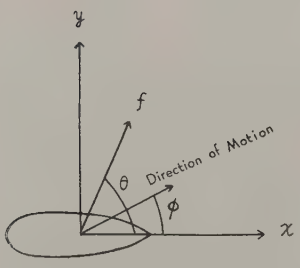


Fig. 6. Relation between direction of force action and direction of shlp's motion

よつて，風圧の作用方向を θ，漂流方向を φ とすると，(5) 式から $\theta > \varphi$ が成立つ。従つて定量的に算出するには，おしよろ丸の m_x, m_y を求める必要があるが，定性的には風向の作用線と漂流方向が一致しないことが説明できる。

(3) 海潮流の影響

ベーリング海及びアリューシヤン海域の海流に関しては[5]，本実験と同時期における海洋観測結果によると，アリューシャン列島南岸に沿い西方に 0.3〜0.4kt 程度の比較的流速の速い海域とカムチャツカ半島南方の一部に同程度の海域がある外は一般に弱く 0.1kt 前後である。

此の実験は，陸岸に近く流れの不規則な海域及び流速の速いと思われるところは避けた。さて，漂流量を測定する基準となる物標はリフレクターで，その取付けてある流網の全長は約1.4浬（70反使用），網丈は4.5間であるから水面より約6.8mの深さに達する。又船とリフレクターの距離は前述のように常に3浬以内である。以上のことから船と網とは海流により同一に流されると考えられるので，その影響は考慮する必要がないと言える。

(4) 風浪及びうねりの影響

波[3]の形はトロコイド曲線に近い形をしている。いま水の分子が波の山の部分にあるとき風の引力の方向

に動くが，谷の部分にあるときはこれと反対の方向に動く。従つて水の分子の実質部の移動速度を省略すれば，山と谷とにおける水の分子の速度は等しくしかも方向が反対である。しかし分子の速度は一定でなく，波の頂部にあるとき最大で波の進む方向に動くから，円形軌道を完成した分子は波の進行方向にわずかな距離だけ前進する。

このように波（うねりも含む）による影響は風の吹いている帯域の移動と考えられているので，海流の影響と同じように考えられる。

(5) 吹送流の影響

吹送流の流速は表面から次第に深さを増すにしたがい対数曲線的に減少し，又風が一定時間連吹すると表面においては風向に対して45°の流れが生じ，深さが増すにしたがいその方向が右に偏する。

風波による横漂流速度（kt）は風速（m/sec）の15%で，そのうち吹送流の影響は3%といわれているが，船と網とを比較すると，形，抵抗及び水面からの深さ等すべての点で異るので，吹送流がこれらに与える影響の差は求めた実験式 $v = 0.118W$ の中に含まれるものと考えられる。

V 結　　言

この実験には種々の誤差が介入していると考えられるが，洋上における船舶の風圧による横漂流に関して次の結果が得られた。

(1) 風を正横前2点から正横後1点の間に受けて漂流した場合，漂流方向は風向と一致せず船首方向に偏よつた。

(2) 風圧による漂流速度は次の一次関係で表わしうる。

$$\frac{S}{S_w} = 1.66 \text{ で } v - 0.118W$$

但し　S：風圧側面積　S_w：片舷浸水面積　v：漂流速度 kt　W：風速 m/sec

(3) 安井式の方法による $v = 0.098W$ と実験式 $v = 0.118W$ との違いは，主として吹送流が船と網に与える影響の差であると考えられる。

(4) 測定風速値は相対風速であるから補正を要する。

終りにあたり，御校閲及び御指導を賜つた本学川島利兵衛助教授，海流に関し御指導を賜つた小藤英登助教授に，厚く感謝の意を表する。

文　　献

1) 3) 安井善一（1940）．海と空 20（7），180.
2) 上坂太郎・小嵜誠司・大杉勇（1958）．日航会誌（18），1-7.
4) 元良誠三（1957）．船体運動力学．135p. 東京；共立社.
5) Koto, H. & Fujii, T. (1958). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 9 (3), 150.
6) Sverdrup, H. U. & Munk, W. H. (1947). *Wind, sea and swell: Theory of relations for forcasting.* 37 p. *U. S. H. O Pub.* (601).
7) 須田皖次（1948）．海洋科学．770p. 東京；古今書院.
8) 真鍋大覚（1955）．造船協会誌（316），1-4.

STUDIES ON THE SHIP'S OSCILLATIONS INDUCED BY OCEAN WAVES

Part I. On the Spectra of Ocean Waves and Ship's Oscillations

Rihei KAWASHIMA, Osamu SATO, and Shoichi YAMAMOTO
Faculty of Fisheries, Hokkaido University

Introduction

The ship's oscillations on the seaway are mainly induced by ocean waves and swell, the record of any properties of ship's oscillations looks very much like the record of wave surface.

In recent years, the prediction theory for ocean waves has been extended by means of the wave spectrum theory with statistical methods, especially a practical method of prediction for ocean waves having been devised by W. J. Pierson, G. Neumann and R. W. James.

Contemporaneously with the studies on the ocean waves, studies on the ship's oscillations induced by ocean waves have been advanced by the same way in wave analysis, that is, the theory of stationary time series is applied to the ship's oscillations in a seaway.

By means of statistical analysis and spectrum theory, the following relation is obtained:

$$[S(\lambda)]^2 = [R(\lambda)]^2 \cdot [A(\lambda)]^2 \qquad (1)$$

where

$[S(\lambda)]^2$: spectrum of ship's oscillation
$[A(\lambda)]^2$: spectrum of wave height
$[R(\lambda)]$: ship's response function

According to the above equation (1), to find the wave spectrum of a seaway, which it is expected can be got by means of wave prediction, the spectrum of a ship's oscillation in a seaway will be given as the product of the ship's response function and the wave spectrum. There are some statistical relations between the spectrum and the maximum amplitude of a ship's oscillations.

That is to say, if the ship's response function in a seaway is known, the properties of the ship's oscillation in a seaway or fishing ground can be predicted by the above noted relation and also by the use of the wave prediction theory.

In this paper, the authors discuss the ship's oscillation in a seaway on the basis of observations on board the "Hokusei Maru" a training ship of Hokkaido university G. T. 220 tons. The studies consisted of observations of wave heights using an 8 mm cine camera and Froud's wave pole and continuous records of the ship's oscillations when the ship was drifting near the wave pole.

Experimental

1. Apparatus

For the observations of the wave heights;

Use was made of an 8 mm cine camera and Froud's wave pole which is illustrated in Fig. 1. The relation between pole heights and weights is given in Fig. 2. The wave heights were observed by taking photographs of the wave pole from the ship's deck.

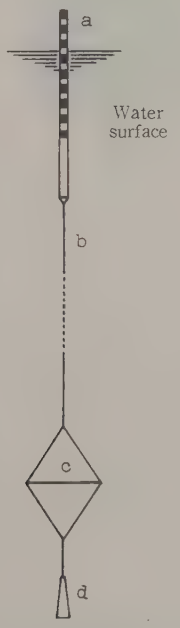


Fig. 1. Schematic diagram for Froud's wave pole

a : Bamboo pole, painted every 20 cm alternately with white and red paint, length overall 6 meters

b : 3/4″ dia. Manila rope, length overall 40 meters

c : Canvas for damping the pole's heaving motions, which has a canvas covered 1 meter dia. steel ring

d : Weights, cf. Fig. 2

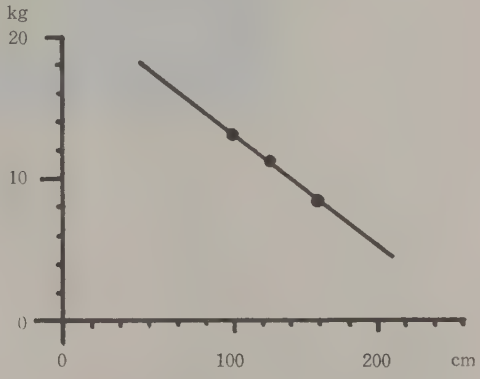


Fig. 2. The relation between weights and heights of the bamboo pole, from the water surface to pole head
Ordinate; Weights in Kg., Abscissa; Length from pole head to water surface

For the measurement of ship's oscillations;

Use was made of 2 pendulum types oscillation recording meters for measuring the ship's rolling and pitching angles. They were arranged so one of them was for measurement of rolling parallel to ship's fore and aft line and the other for measurement of pitching at right angles to it. (shown in Photo. 1)

2. Methods

On September 15th 1958, the ship was underway to Hakodate from the fisheries ground where she had been employed in Saury Stick-Held Dip Net fishing. The experiments were performed from 1400 to 1445.

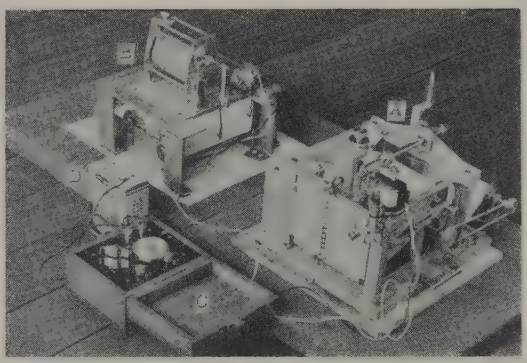


Photo. 1. Apparatus to measure rolling and pitching angles
A: For rolling angles, B: For pitching angles, C: Deck watch which contains the electrical contact switch, and D: Battery for time marker, 6 V

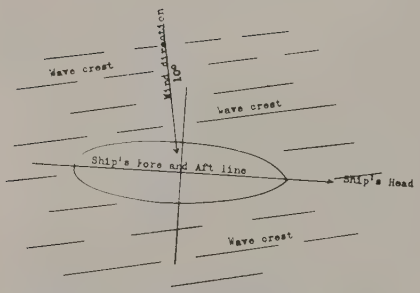


Fig. 3. The situation of ship, waves and wind during the experiments

The position was about 17 miles off Cape Erimo on true course 250 degrees (approx. position, 41°-49′N, 142°-53′E). Her draft was 1.34 meters in fore and 3.56 meters in aft. (cf. Table 1) Putting Froud's wave pole into the seawater, stopping the ship's engine and drifting near the pole, the wave height and ship's oscillation were recorded by the above noted pieces of apparatus at the same time.

Results

The wind direction and force at that time are shown in Table 2. The wave heights were read every 1 second on the 8 mm cine films on which the wave heights are recorded. The wave record was got as shown in Fig. 4 (a). (cf. Photo. 2)
The record of the ship's oscillation is shown in Fig. 4 (b).

Analysis

1. On the properties of wave observed near the experimental area

a) From Table 2, it can be deduced that the average wind force was 6.5 m/sec. According to G. Neumann's theory, it is calculated that the minimum fetch (F_m) was 23

Table 1. The ship's conditions

HOKUSEI MARU G.T. 220 tons, L=32.40 m, B=6.80 m, D=3.40 m

Drifting fishing

	Light cond.	Full cond.		
		Leav. port	Fish. ground	Arriv. port
Dead weights	255.146 tons	405.83 tons	368.461 tons	337.75 tons
Draft Fore	0.836	2.263	1.793	1.621
Aft	3.191	3.444	3.500	3.358
Mean	2.014	2.854	2.647	2.490
c_w	0.771	0.876	0.854	0.833
c_h	0.553	0.623	0.605	0.591
c_p	0.648	0.696	0.682	0.669
KB	1.204	1.741	1.570	1.479
KG	2.960	2.485	2.606	2.813
GM	0.492	0.795	0.686	0.502
KG/D	0.871	0.731	0.767	0.826

Line fishing

Dead weights	253.850	404.404	352.603	314.743
Draft Fore	0.826	2.281	1.603	1.429
Aft	3.191	3.411	3.519	3.296
Mean	2.009	2.846	2.561	2.363
c_w	0.771	0.877	0.845	0.817
c_h	0.546	0.622	0.593	0.580
c_p	0.640	0.692	0.676	0.663
KB	1.204	1.673	1.524	1.405
KG	2.925	2.992	2.597	2.844
GM	0.527	0.788	0.703	0.496
KG/D	0.861	0.732	0.763	0.835

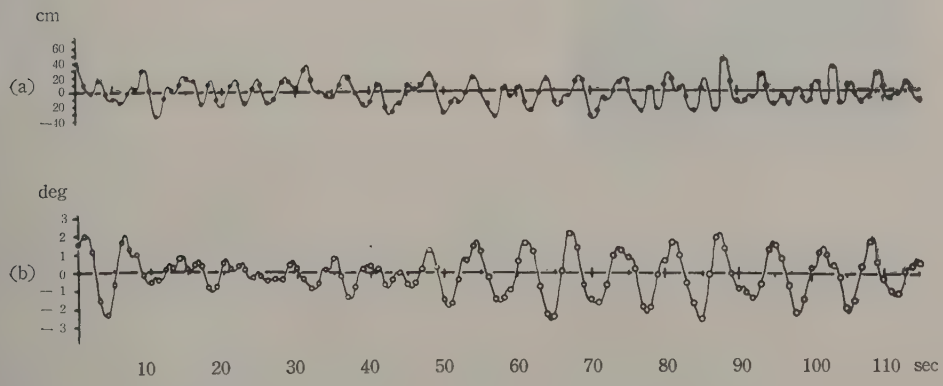


Fig. 4. (a) Record of wave heights, (b) Record of ship's rolling angles

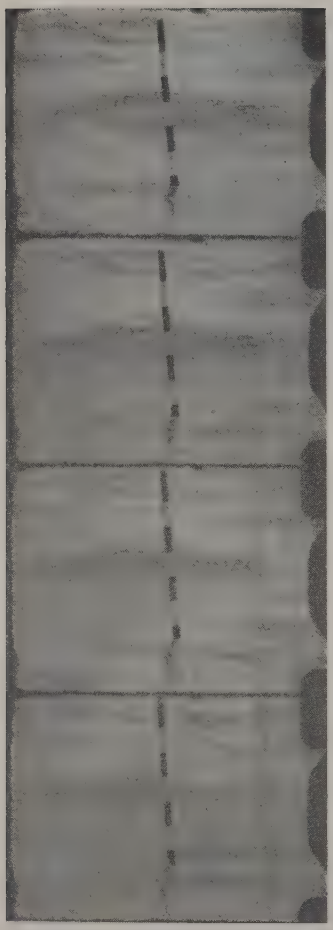


Photo. 2. Froud's wave pole which was taken with an 8 mm cine camera

Table 2. The wind observed during 1400-1445

Time	Wind direction	Wind force
1400	275°	6 m/sec
1415	260°	5.5m/sec
1430	260°	6 m/sec
1445	280°	7.5m/sec

miles, and the minimum duration of wind action (t_m) was 4.5 hrs.

b) The average wave length (L), period ($\bar{T}$) in a fully arisen sea and optimum band (F_{max}) where most of the spectral wave energy is concentrated are obtained as follows:

$$\bar{T} = 0.555\ v,\quad L = 2/3 \cdot g/2\pi \cdot T^2,$$

$$F_{max} = \sqrt{2g/3}\ /v$$

Then, the following results were got :

$$\bar{T} = 3.6\ \text{sec},\quad L = 13.5\ \text{m},\quad F_{max} = 0.190$$

To the record of waves as shown in Fig. 4 (a), the method of statistical analysis was applied; notations and definitions are given as follows:

T : Apparent period of wave (the time interval between successive wave crests)

H : Apparent wave heights (the average difference in elevation of the sea surface between two peaks and the intermediate trough computed as follows: $H = H_i + H_{i+1}/2$) (cf. Fig. 5)

Concerning the apparent wave heights and periods, the average wave heights, significant wave height, 1/10 highest wave height and average period were computed. These are shown in Table 3, and their energy spectrum is given in Fig. 6.

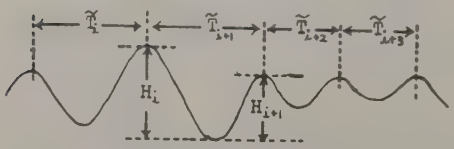


Fig. 5 Apparent periods and heights of wave in a wave record

2. On the ship's oscillation

a) On the record of the ship's rolling angles as shown in Fig. 4 (b),

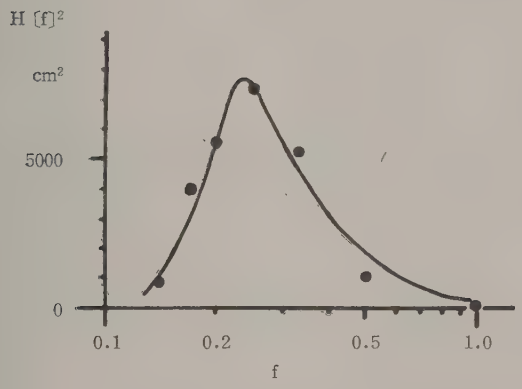


Fig. 6. Energy spectrum for wave heights

considering that this is the stationary time series, to compute the auto-correlation coefficient for it.

The following statistics were computed from N equally spaced observations for equally spaced time lags (τ).

Table 3. The wave properties in the experiments

The average wave height	30 cm
The significant wave heights	45 cm
1/10 average wave height	55 cm
The heighest wave height	60 cm
Mean period	3.8 sec

$$r = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=1}^{N-\tau} (x_t - x_{1\tau})(x_{t+\tau} - x_{2\tau}) / s_{1\tau}s_{2\tau} = m_2(\tau) / s_{1\tau}s_{2\tau} \qquad (2)$$

$$m_2(\tau) = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=1}^{N-\tau} x_t x_{t+\tau} - \bar{x}_{1\tau}\bar{x}_{2\tau}$$

$$x_{1\tau} = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=1}^{N-\tau} x_t,\ x_{2\tau} = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=\tau+}^{N} x_{1t},\ s_{1\tau}^2 = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=1}^{N-\tau} x_t^2 - x_{1\tau}^2,\ s_{2\tau}^2 = 1/N-\tau \cdot \sum_{t=\tau+1}^{N} x_t^2 - x_{2\tau}^2$$

b) The correlogrum is obtained by plotting the auto-correlation coefficient (r) as ordinate against abscissa (τ).

c) The correlogrum is transformed into a power spectrum by Fourier transform of the auto-correlation coefficient, the spectrum being given as follows:

$$F(\lambda) = 1/2\pi \cdot [1 + 2 \sum r(\tau) \cos\tau\lambda] \qquad (3)$$

d) On the record of the waves in Fig. 4 (b), the correlogrum and spectrum are computed for $N=266$, $\tau=42$, and shown in Figs. 8 and 10.

3. On the response function

a) According to equation (1), to find the ship's response function, the correlogrum and spectrum for wave heights are calculated by equations (2) and (3) for $N=138$, $\tau=36$ on the record of Fig. 4 (a) and are shown in Figs. 7 and 9.

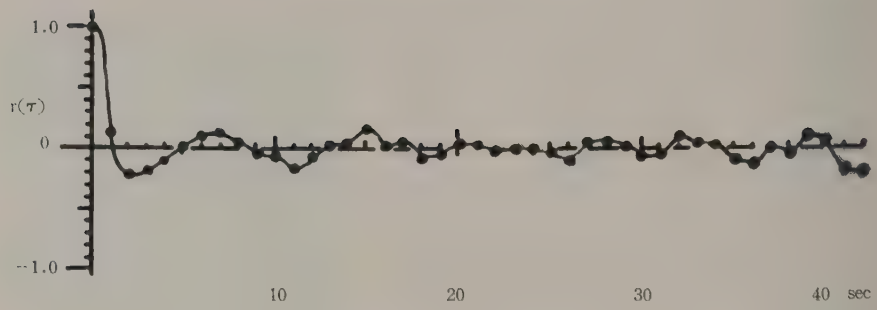


Fig. 7. Correlogrum for wave heights

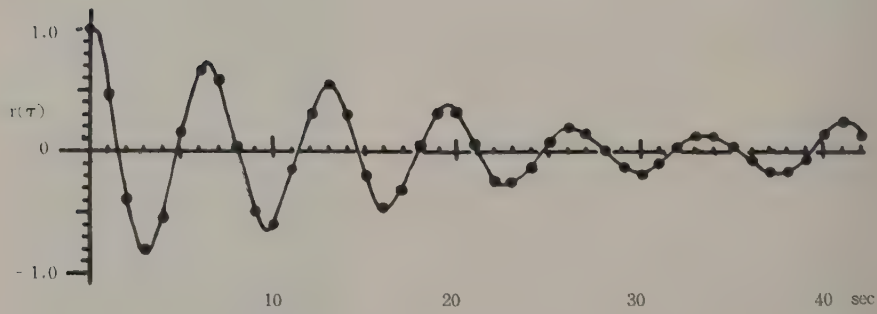


Fig. 8. Correlogrum for the ship's oscillation (rolling motion)

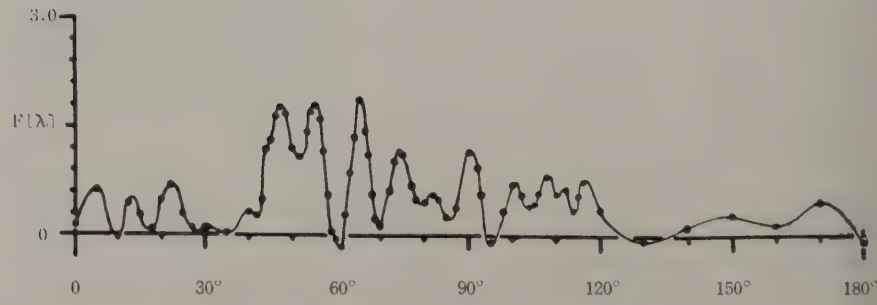


Fig. 9. Spectrum for wave heights

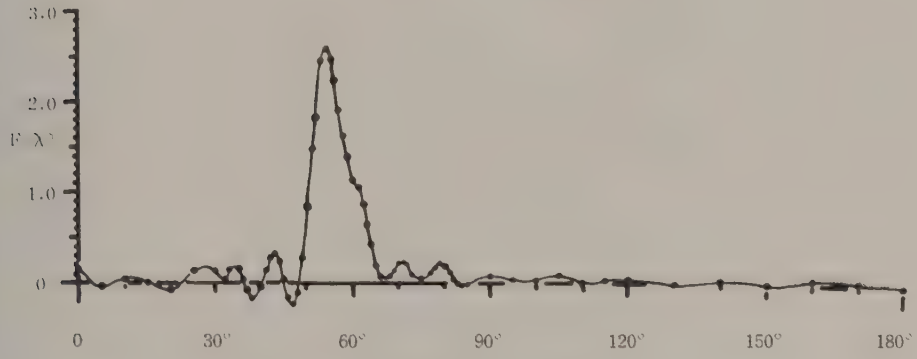


Fig. 10. Spectrum for the ship's oscillation

b) In Fig. 8, the abscissa is the apparent angular velocity, as the ship was drifted by the wind force which was exerted on 10 degrees before the left beam. (cf. Fig. 3) When the wind force is 6.5 m/sec, her drifting speed is approximately 0.5 m/sec.

c) To make comparison the two spectra in Figs. 9 and 10, it is necessary to use the apparent angular velocity in Fig. 10; the relation between these angular velocities in Figs. 9 and 10 are given in Table 4.

Table 4. The spectrum and angular velocity

λ	40°	50°	54°	60°	70°	80°	90°	100°
λe	54°	72°	81°	92°	113°	137°	162°	189°
S[λ]	0.57	0.20	0.18	0.36	0.12	0.03	0.80	
R[λ]	0.05	0.84	2.56	1.12	0.22	—	0.06	0.04

Discussion

1) Concerning the wave heights in that area where the experiments were held, the statistical properties of waves are shown in Table 3. Considering those properties and properties calculated by G.Neumann's methods, it was not a fully arisen sea.

2) As to the ship's oscillations, the pitching angles are very small, therefore discussion is given for the rolling angles. Generally speaking, as to the rolling motion in the irregular sea, the most of the ship's oscillation consisted of natural oscillations. In this paper, from Fig. 10, it will be noted that natural rolling motion is predominant, the natural period being about 6.7 seconds.

3) According to equation (1), calculating the relation between the spectra of waves and ship's oscillations, one gets the ship's response properties as shown in Fig. 11.

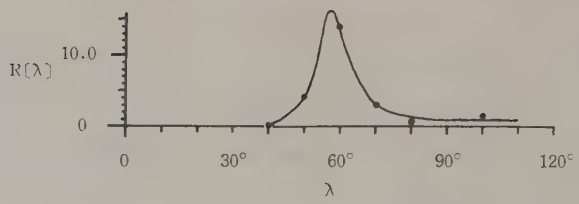


Fig. 11. The ship's response properties in respect to rolling motion

Acknowledgment

In concluion, the authors wish to express their thanks to Professor Hachitanda for his kindly advice and to Professor Igarashi for his technical advice for cinematography on experiments, and also to Dr. Shiba, who is the chief of the division of Senpaku Seino in the Transportaition Technical Research Institute, who gave us permission to use digital computer FACOM 426 for calculating the auto-correlation coefficients. At last particular thanks are due to the crew of the Training ship "Hokusei Maru" who co-operated in these experiments.

Literature cited

Cartwright, D.E. & Rydrill, L.J. (1957). The rolling and pitching of a ship at sea. A direct comparison between calculated and recorded motions of a ship in sea waves. *Quat. Trans. Nav. Arch.* **99** (1), 100-130.

Kato, H. *et al.* (1958). On the rolling of ships in irregular sea and irregular wind. *Soc. Nav. Arch. Japan* **102**, 23-37.

Neumann, G. (1953). On ocean wave spectra and a new method for forecasting wind-generated sea. *Beach Erosion Board Tech. Memo.* **43**, 42.

Pieson, W.J. (1954). An interpretation of the observable properties of 'sea' waves in terms of the energy spectrum of the Gaussian record. *Trans. Amer. Geophy. Union* **35** (5), 747-757.

———, Neumann, G. & James, R.W. (1955). Observing and Forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistics. *U. S. H. O. Pub.* (603).

Yamauchi, Y. (1956). On the analysis of ship's oscillations as a time series. *Soc. Nav. Arch. Japan* **99**, 47-64.

函館産カレイ類の品質

第3報　品質を決定する要因

6　品質とエキスアミノ酸組成

大石圭一
（北海道大学水産学部水産食品化学研究室）

Quality of Flatfish from Hakodate

Part 3. Factors deciding the quality

6. Relations between the quality and the amino acid composition of the muscle extractives

Keiichi ŌISHI

Abstract

Even though it is not altogether unimaginable that close relations exist between the palatability of foods and the amino acid composition of the food extractives, there is no obvious evidence concerning such relationship. In an attempt to ascertain these relations, flatfish are chosen as samples. However, in the case of fish muscle extractive, the characteristics of amino acid composition, e.g., knowledge on the degree of individual variation, differences due to the parts of the fish body, sex, body size, freshness, season, combined form, area and so on, have been little studied in the biochemical fields as yet. So, the present studies were undertaken from two standpoints, the one is biochemical and the other is for the analysis of the palatability.

Seventeen or eighteen sorts of amino acids, in this paper, of the thirty-one extractive specimens have been determined by the present author through microbioassay. The degrees of the individual variation are shown as the coefficient variation of each amino acid and are supposed to be common to all amino acid composition in respect to every experimental datum in this report. Under this assumption, two specimens, of which the difference is greater than the degree of individual variation, are regarded to be different from each other.

By comparing results on every item, one finds no remarkable characteristics nor are clear relations found, either. This may be due partly to greater individual variances of amino acids, and in some instances may be due to the small number of samples.

In conclusion, concerning this study of the flatfish quality, no relations are found between the quality and amino acid composition in any cases.

まえがき

醤油或はその類似物質の様に，蛋白が加水分解されて遊離アミノ酸になると旨味を生ずること，またグルタミン酸一ソーダ塩が調味料として数十年間も広く用いられているという事実から，食品の味とエキス中の遊離アミノ酸との間に，何らかの関係が存在することが推定される。エキス中のアミノ酸についてはバンスライクの方法等によりエキス窒素の形態を調べて，ある程度その組成を推定出来る。この様なエキス窒素の形態だけでは前報即ち第3報の5に記した様に，魚肉の呈味の差異を説明出来た例もあるが出来ない場合もある。カレイ類は出来ない方に属する。そこで更に歩を進めて個々のエキスアミノ酸そのものを定量し，エ

キスのアミノ酸組成を知ろうとした。

アミノ酸の分別定量が比較的容易になつたのは極く最近（1950～55）のことで，今までの多くの成果は蛋白構成アミノ酸についてゞあつて，エキスのアミノ酸組成は充分検討されていない。魚の場合は特にそうである。随つてエキスアミノ酸の個体変動を始め，部位，雌雄，大小，鮮度，季節，地域などの差によつてエキスアミノ酸組成にどの様な変化があるものかは全く不明である。これらは魚の味或は品質を考える以前の基礎的な問題であつて，生化学の分野として検討されねばならぬものであり，この基礎に立つて始めて応用面の途を開きうるものである。

本研究では品質を論ずると言う応用部門が主目的なのであるが，先ずエキスアミノ酸組成について欠けている基礎データーを作り，次いで品質とエキスアミノ酸組成との考察に入る。基礎データーの対象として，イシガレイを採上げたが，これは水産上主要な魚種であると同時に活魚として市販されており，鮮度を尊ぶエキス研究の対象として好適の材料だからでもある。

実　　験

1　試料魚種

試料として用いた魚種を実験項目別にして，漁獲期日，漁獲地，鮮度，全長などをまとめて第1表に示した。鮮度として示した"活"とは活魚，"前"とは死後硬直前のもの，"硬"とは硬直中のもの，"後"とは硬直後のものである。魚種名を示さないものは総てイシガレイ（*Kareius bicoloratus*）であり，種名を示したものはヒラメ（*Paralichtys olivaceus*）と，アブラガレイ（*Atheresthes evermanni*）とである。

第1表の1　試　料　魚　種

実験項目	魚体番号	漁獲期日	漁　獲　地	鮮度	全　長 (cm)	体　長 (cm)	体　重 (g)	性別	生殖巣量 (g)	肥満度
個体変化	1	103	1955 VII 15	富津及び野島	活	35	31	650	♀	6.5	15.2
	2	106		（東　京　湾）		31	26	445		5.5	14.9
	3	107				34	28	602		5.8	15.3
	4	110				34	29	487		7.4	12.4
	5	114				34	29	482		5.4	12.3
	6	116				31	26	465		3.5	15.6
部　位　別		102	〃	〃	〃	31	26.5	372	♀	5.0	12.5
		104				30	25.5	355		4.9	13.2
		108				31.5	27	367		3.8	11.7
		111				31.5	27	360		4.5	11.5
		113				31	27	360		5.4	12.1
鮮　度　別		101	〃	〃	〃	32	28	415	♀	5.4	12.7
		105				32	28	393		5.7	12.0
		109				32	28	422		4.8	12.9
		112				31	27	415		3.9	13.9
		115				33	28	398		3.3	11.1
		117				31.5	27	374		4.2	12.0
雌　中　型		206	1955 VII 25	羽田及び富津	〃	24	20	135	♀	1.5	9.7
		245		（東　京　湾）		25	21	182		1.6	11.7
		260				23	19.8	153		1.9	12.9

第1表の2

実験項目	魚体番号	漁獲期日	漁獲地	鮮度	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	性別	生殖巣量 (g)	肥満度
雄小型	207	1955VII25	羽田及び富津	活	20	16.8	80	♂	0.15	9.7
	208		(東京湾)		22	18.2	96		0.25	9.0
	219				20	17	82		0.2	10.3
	221				20	17	86		0.08	10.8
	222				21	17.5	96		0.15	10.4
	224				21.5	18	95.5		0.23	9.6
	234				21	17.5	89		0.1	9.6
	242				21	18	95		0.1	10.3
	244				21.5	18	97.5		0.15	9.8
	249				22	18	95		0.0	8.9
	253				21	18.5	94		0.28	10.2
	257				21	18.5	94		0.18	9.9
	261				21.5	18	98.5		0.18	9.8
雄中型	210	〃	〃	〃	24	20	143	♂	0.3	10.3
	216				26	22	173		0.1	9.8
	271				25	21.5	185.5		0.3	11.9
	237				25.5	22	169.5		0.1	10.2
	240				24	20	140		—	10.1
	243				23.5	20	140.5		0.13	11.0
	250				24	20	143.5		0.13	10.1
夏雌	301	1956VIII17	森	硬	35	29	525	♀	3.7	12.2
	302		(函館近海)		35	30	635		4.2	14.8
	303				33	28	535		2.5	14.9
	304				30	26	330		2.0	12.2
	305				34	29	515		4.6	13.1
夏雄	401	1956VIII22	札苅	前	34	29	550	♂	0.5	14.0
	402		(函館近海)		35	30	545		0.6	12.7
	405				34	28.5	535		0.5	13.6
	406				32.5	27.5	495		0.3	14.4
	408				32	27	415		0.3	12.7
冬雌	501	1956XII25	函館近海	活	30	26	445	♀	2.5	16.5
	504				36	30.5	620		42.5	13.3
	507				33	27.5	440		2.5	12.2
	508				43	37	1005		53	12.6
冬雄	502	1956XII25	〃	〃	34	28	470	♂	12.2	12.0
	503				33	27.5	410		11.8	11.4
	505				35	30	510		27.5	11.9
	506				32	27	400		21	12.2
	509				33	27.5	400		11	11.1
	510				30	25	345		6.5	12.8

第1表の3

実験項目	魚体番号	漁獲期日	漁獲地	鮮度	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	性別	生殖巣量 (g)	肥満度
春 雌	601	1957 V 4	大森浜	硬	31	26	400	♀	2.1	13.4
	602		(函館近海)		29.5	25	315		2.5	12.3
	603				30.5	25.5	360		2.1	12.7
	604				34	29	480		2.8	12.2
	605				35	30	475		6.0	14.5
	606				32	26	370		2.0	11.3
春 雄	607	1957 V 5	〃	〃	29.5	25	265	♂	1.8	10.3
	608				29	24.5	310		0.7	12.7
	609				29.5	25	285		1.4	11.1
	610				27.5	23.5	260		0.5	12.5
	611				29	25	255		0.4	10.5
	612				29	24.5	290		0.5	11.9
ヒラメ冬雌	702	1956 XII 26	根崎	〃	52	45	1680	♀	16.1	12.0
	703		(函館近海)		41	35	720		3.6	8.4
	705				48	33	620		1.6	5.6
アブラガレイ 冬雌	801	1956 XII 28	遠洋	後	35	30	460	♀	2.2	10.7
	802				37	32	480		2.0	9.5
	803				38	33	535		2.3	9.8
	807				36	31	470		2.3	10.1
	808				36	31	475		1.9	10.2
	809				39	34	570		2.4	9.6
	811				36	31	430		1.7	9.2
	812				42	37	760		3.7	10.3
	813				41	36	660		2.6	9.6

2 試料魚の処理

なるべく活魚を用いることにしたが，活魚がない場合でも出来るだけ鮮度良好のものを用いることにした。処理中に鮮度低下を防ぐためドライアイスで冷却しながら操作した。

鮮度比較の実験は，試料魚6尾の頭と内臓とを除いた魚体を，側線に直角にほゞ3等重量となる様に切り，個体変化を除くために適宜にまぜて，ポリエチレンの袋に入れ，24～26°Cの水道水流中に0，10，24時間放置したものから精肉をとり，エキスを調製した。同時にその揮発性塩基窒素量をも測定し，第2表に示した。0，10，24時間放置のものをそれぞれ鮮度良，並，初期腐敗としたが，それは市場に於ける鮮度評価と同様であり，揮発性塩基窒素の量からもうなずけるものである。

第2表 試料の鮮度及び揮発性塩基窒素量

鮮度（24～26°C放置時間）	良（0 時 間）	並（10 時 間）	初期腐敗（24時間）
揮発性塩基-Nmg%	7 ～ 10	12 ～ 13	29 ～ 30

3　エキス調製法

エキスの抽出は P. E. Schurr[1] の方法に準じて行つた。即ち先ず稍肉を採取し，挽肉として充分混せたもの200 g を秤量し，これに水560cc を加え湯浴上で7～10分加熱する。これに100cc の10% タングステン酸ソーダと140cc の 0.6 N H_2SO_4 とを予め混して作つた沈澱剤を加え，時々攪拌し，1夜氷室に放置した。後遠心分離し，洗液で3回洗滌する。洗液とは沈澱剤を氷に稀釈したものである。これを NaOH 溶液で中和し，pH 7.0とし，これに水を加え 150cc とし，トルオールを加えて氷室に保存し，アミノ酸組成分析の供試液とした。

4　エキスの加水分解

エキスを濃縮し，これに2倍量の 6 N. HCl を加え封管中で 120 C 7時間加熱し，後減圧濃縮を繰返えし，可及的に HCl を除き，NaOH で中和して分析試料とした。

5　アミノ酸分析法

田村，角田ら[2] 及び松浦，鴻巣ら[3] の用いた bioassay と同様にして行つた。

6　実験結果

先ず用いた試料の一般成分及びそれより抽出したエキスの全窒素及びアミノ窒素量を第3表に，アミノ酸組成の分析結果は第4表に示した。本報告に於けるアミノ酸の名称は総べて次の様な略名で示した

アラニン	Ala	リジン	Lys
アルギニン	Arg	メチオニン	Met
アスパラギン酸	Asp	フェニールアラニン	Phe
シスチン	Cys	プロリン	Pro
グルタミン酸	Glu	セリン	Ser
グリシン	Gly	スレオニン	Thr
ヒスチジン	His	トリプトファン	Try
イソロイシン	Ileu	チロシン	Tyr
ロイシン	Leu	バリン	Val

考　　察

基礎的な問題としてアミノ酸組成の生化学的特色を知り，次いで組成の特色と味とはとの様な関係にあるかを調べ，常識又は経験的な味と関連あるように思われている事項を検討する。第4表の分析結果は便宜上次の様に10項目に分類し適宜組合せて考察する。

1　個体変化

第4表の分析番号は1～6，実験項目は個体変化の各アミノ酸について，平均値（$\bar{x}$），標準偏差（S），5%の危険率に於ける信頼区間の上，下の限界を示す値（$\frac{st}{\sqrt{n}}$），同じく母集団（m），変動係数（C）を第5表に示した。第5表には，コイ[4] の個体変動係数及び厳重な食餌管理を行つた Spraque Pawley 系2群と，Haltzman 系1群のネズミの群間変動係数をも示した。これを見ると変動の少いものでも5～10%，多いものでは50～80%程である。イシガレイの場合は他の2種よりも変動が多いようであるが，水槽，然も海という環境が然らしめたものかもしれない。更に泳遊魚の場合には，魚群による変化も著しいのではないかと考えられるが，その程度は知り得ない。

以上でイシガレイの個体変動の程度を知りえた。いまこの程度の変動が普通のカレイ類に見られるものとすると，変動係数（C）は共通ということになる。C が共通とすると尾数 n の測定値の平均（$\bar{x}$）から標準

第3表 試料の一般成分及びエキス窒素

調査項目	水分 %	灰分 %	粗脂肪 %	粗蛋白 %	エキス全N mg%	エキスアミノN mg%
個体変化 1	76.77	1.24	2.82	19.2	316	62
〃 2	76.11	1.30	2.30	20.8	329	62
〃 3	74.34	1.14	4.67	19.6	286	61
〃 4	73.83	1.31	3.00	21.2	320	60
〃 5	76.74	1.24	0.87	21.0	344	63
〃 6	84.36	0.89	1.52	12.5	318	61
部位別 表	74.65	1.23	2.45	21.6	304	59
裏	74.90	1.15	2.22	20.9	293	59
鮮度別 良	76.57	1.23	1.39	20.8	304	61
並	75.90				268	58
初期腐敗	76.48				286	60
雌雄別 雌中型	78.37	1.21	0.96	19.2	323	62
大小別 雄小型	78.62	1.26	1.45	18.9	309	60
雄中型	77.46	1.21	2.35	19.2	305	60
季節別 夏 雌	76.95	1.18	3.15	19.88	350	53.5
雄	73.53	1.30	2.10	22.12	381	58.8
冬 雌	77.75	1.22	1.80	19.80	241	54
雄	77.00	1.34	2.41	19.56	262	68
春 雌	80.48	1.13	0.79	21.36	306	85
雄	81.55	1.20	0.86	19.88	289	77
種類別 ヒラメ	77.78	1.44	0.69	20.91	303	79
アブラガレイ	78.28	1.08	4.03	17.45	326	70

偏差（S）が求められ，測定尾数が知られているのであるから t_{n}^{st} が算出しえ，同時に母集団(m)も推定しうる。今，2測定値間の差の有無を判定する場合次の様にした。2つの判定値より導かれた母集団が全く重ならない時には2測定値に差があるものとし，この場合は大きい方の値の分析番号を示すことにした。又母集団の上下限が重なる場合，その端が両測定値に達しない場合は記号（+）で，どちらかの一方が一つの

第4表　エキスアミノ酸組成

分析番号	1	2	3	4	5	6	7	8
実験項目	個体変化						部位別	
	1	2	3	4	5	6	表側	裏側
魚体番号	103	106	107	110	114	116	102～113	
Ala	58.8	51.8	61.2	38.8	28.7	28.3	43.7	41.3
Arg	8.4	6.0	6.8	4.9	2.4	2.5	6.0	5.4
Asp	3.0	2.6	2.6	2.4	2.9	2.3	1.2	1.1
Glu	4.3	9.3	7.7	7.2	3.1	9.6	7.0	7.0
Gly	10.2	69.0	15.6	50.6	30.7	25.7	27.8	31.4
His	1.9	3.4	2.8	3.5	1.8	3.7	3.1	3.1
Ileu	2.2	4.1	3.2	2.8	3.4	4.2	4.4	4.8
Leu	2.3	1.4	2.9	1.5	2.2	1.3	3.1	3.2
Lys	31.5	12.7	18.6	10.9	6.5	6.9	17.9	17.1
Met	0.45	0.81	0.75	0.57	0.71	1.14	1.4	1.3
Phe	0.5	1.0	1.8	1.3	0.4	1.1	2.1	2.1
Pro	3.5	8.1	4.7	4.8	6.8	3.8	5.8	6.3
Ser	4.3	17.5	3.9	13.5	15.5	10.0	16.7	16.5
Thr	14.6	17.6	17.8	15.4	11.0	13.0	10.8	10.5
Try	0.1	0.4	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
Tyr	0.27	1.15	2.61	1.4	0.35	0.58	1.4	1.8
Val	3.0	2.9	2.7	3.3	4.2	3.6	4.5	4.7
Cys							2.5	2.6

第4表の2

分析番号	9	10	11	12	13	14	15	16
実験項目	鮮度別			鮮度別水解			雌中型	雄小型
	良	並	初期腐敗	良	並	初期腐敗		
魚体番号	101～117						206～260	207～261
Ala	42.5	38.5	45.7	42.9	39.2	48.1	54.9	53.9
Arg	3.6	6.5	0.9	7.7	4.6	3.2	7.3	8.5
Asp	1.9	3.5	2.5	9.1	6.4	9.9	1.7	2.1
Glu	6.3	11.6	10.5	16.2	12.8	13.9	11.2	15.5
Gly	47.2	30.6	35.9	111.0	88.4	68.5	60.9	62.0
His	3.8	3.6	1.9	3.8	2.7	2.9	3.1	3.1
Ileu	3.9	5.0	5.8	4.1	5.5	7.9	8.9	10.6
Leu	2.7	4.1	5.3	4.6	3.1	5.0	7.9	9.0
Lys	12.2	11.1	1.5	15.5	11.1	7.3	11.1	17.0
Met	1.4	1.9	1.8	1.5	2.0	2.4	2.7	2.9
Phe	2.0	3.4	4.7	3.6	3.6	4.6	4.0	4.5
Pro	6.2	9.1	11.0	9.1	11.8	16.0	7.1	8.5
Ser	18.3	15.4	8.3	21.6	18.2	16.2	23.3	23.6
Thr	10.3	12.0	6.7	11.4	12.1	9.5	8.7	9.4
Try	0.4	0.5	0.7	0.02			1.4	1.6
Tyr	1.8	6.7	7.3	3.9	8.7	9.5	7.8	10.3
Val	4.5	4.0	5.9	4.3	5.3	7.2	6.2	7.3
Cys	2.4	3.0	3.4	4.5	2.2	2.6	2.8	3.8

第4表の3

分析番号	17	18	19	20	21	22	23	24
実験項目	雄	中	型	夏	雌	夏 雄	冬	雌
		1年後に反復	水 解		水 解			水 解
魚体番号	210～250			301～305		401～408	501～508	
Ala	49.2	46.5	50.4	30.2	32.1	16.6	20.5	23.7
Arg	6.9	4.8	4.5	4.0	5.3	8.1	6.8	13.9
Asp	1.7	1.7	4.8	1.9	3.6	1.7	1.0	12.6
Glu	13.5	11.4	16.4	5.9	12.7	5.8	9.6	24.3
Gly	61.7	64.6	82.7	13.0	29.0	15.5	54.2	83.1
His	3.1	3.1	3.2	14.3	14.3	12.3	6.8	6.5
Ileu	8.9	9.9	13.3	5.2	8.2	4.2	3.7	3.9
Leu	7.3	6.3	6.6	2.8	3.6	3.8	2.3	6.2
Lys	16.1	16.3	17.9	33.0	37.0	16.9	32.3	36.2
Met	2.7	2.4	2.4	2.7	2.2	2.0	1.3	3.6
Phe	3.9	3.4	6.4	1.8	1.8	1.7	1.3	4.4
Pro	7.5	7.8	10.7	12.3	19.3	12.2	5.4	14.7
Ser	24.8	25.4	28.2	8.6	12.1	9.9	8.3	16.7
Thr	10.2	10.0	10.5	22.7	24.0	13.5	12.4	15.8
Try	1.4			1.0		1.4	0.6	
Tyr	8.5	8.8	16.7	2.4	2.4	2.3	2.9	2.1
Val	5.9	5.8	9.8	4.8	8.1	3.7	2.8	7.4
Cys	3.9	2.7	4.7					

第4表の4

分析番号	25	26	27	28	29	30	31
実験項目	冬 雄	春 雌	春 雄	ヒラメ冬雌		アブラガレイ冬雌	
					水 解		水 解
魚体番号	502～510	601～606	607～612	702～705		801～813	
Ala	12.8	16.1	18.2	19.0	58.0	20.6	54.2
Arg	10.2	9.9	8.7	5.9	23.2	2.8	20.5
Asp	1.8	2.9	2.5	0.7	26.2	1.3	40.2
Glu	12.9	18.0	10.8	9.8	48.5	9.9	52.8
Gly	48.0	205	191	16.1	100	19.3	101
His	7.2	9.3	13.8	1.8	1.9	1.7	3.5
Ileu	4.0	3.9	3.8	3.1	6.8	3.6	7.4
Leu	3.5	3.9	3.8	2.5	13.0	1.2	16.4
Lys	22.0	24.5	24.3	38.9	64.6	13.1	36.0
Met	3.6	4.0	5.0	0.9	6.3	0.7	6.4
Phe	1.7	2.0	1.9	1.3	9.2	1.5	8.9
Pro	7.3	13.7	14.9	3.2	28.6	3.3	22.3
Ser	10.5	20.2	23.7	7.2	24.1	6.5	31.4
Thr	15.0	12.6	17.5	12.0	20.7	9.0	20.3
Try	0.2	0.3	0.3	0.4		0.3	
Tyr	2.3	3.3	2.9	1.6	0.4	1.9	1.4
Val	4.4	5.7	4.5	3.1	13.7	3.1	14.7
Cys							

第5表　エキスアミノ酸の個体変化

	$\bar{x}$	S	$\frac{st}{\sqrt{n}}$	m	C	コイ変動係数	ネズミ変動係数
Ala	44.6	14.7	15.5	29.2～60.1	33	41	
Arg	5.2	2.4	2.6	2.6～ 7.7	46	17	22
Asp	2.6	0.28	0.29	2.3～ 2.9	11	5	
Glu	6.8	2.7	2.8	4.0～ 9.6	39	42	27
Gly	33.6	22.3	23.4	10.2～57.0	66	16	48
His	2.8	0.83	0.87	1.9～ 3.7	30	42	38
Ileu	3.3	0.77	0.81	2.5～ 4.1	23	20	29
Leu	1.9	0.64	0.67	1.2～ 2.6	34	16	20
Lys	14.5	9.5	10.0	4.6～24.5	65	32	24
Met	0.74	0.24	0.25	0.49～ 1.0	32	53	50
Phe	1.0	0.52	0.56	0.44～ 1.5	52	18	
Pro	5.3	1.8	1.9	3.4～ 7.2	34	38	
Ser	10.7	5.7	6.0	4.7～16.7	54		
Thr	14.8	2.6	2.8	12.0～17.6	18	15	17
Try	0.3	0.14	0.15	0.15～0.45	48		13
Tyr	1.1	0.85	0.89	0.21～ 2.0	77	26	17
Val	3.3	0.55	0.58	2.7～ 3.9	17	8	27
Cys							

測定値を上，下何れかに越えた場合は（++），母集団の端が両測定値に達するか又は越えた場合には（+++）で示すことにして，両者の関係の程度を示した。以上の様な規約で第4表の分析結果を整理して第6表を導いた。これにより次の項目の考察を行う。

なお味の個体変化は，人によつて著しいと主張する者もあり，また然らざる者もあり，何れにも組し難いが，第2報で述べた様にヒラメ，マガレイ，バヘガレイで調べた結果では，著しい差は無かつた。この程度

第6表の1　エキスアミノ酸の項目別比較

分析番号と実験項目			ALA	ARG	ASP	GLU	GLY	HIS	ILEU	LEU	LYS	MET	PHE	PRO	SER	THR	TRY	TYR	VAL
部位別	7.表	8.裏	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
鮮度別遊離型	9.良	10.並	+++	++	10	+	+++	+++	++	++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
	10.並	11.初期腐敗	+++	10	10	+++	+++	+	+++	+++	++	++	+++	+++	+	10	+++	+++	11
	11.初期腐敗	9.良	+++	9	11	++	+++	9	+	+	+	+++	+	+	++	9	++	++	+
結合型	12.良	13.並	+++	++	+++	+++	+++	+	+	12	++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++
	13.並	14.初期腐敗	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++		++	+++
	14.初期腐敗	12.良	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++

第6表の2

			分析番号と実験項目		ALA	ARG	ASP	GLU	GLY	HIS	ILEU	LEU	LYS	MET	PHE	PRO	SER	THR	TRY	TYR	VAL
雌雄別	遊離型	夏(東京)	15.雌	17.雄	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
		夏(函館)	20.〃	22.〃	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	20	+++	+++	+
		冬	23.〃	25.〃	++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	23	+++	25
		春	26.〃	27.〃	++	+++	+	++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+++	+++	+
	結	夏	21.〃	19.〃	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+++	+++	+++		++	+++
大小別	雌		15.中	9.大	++	++	+++	++	+++	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	+++	++	++	++
	雄		16.小	17.中	+++	+++	16	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
季節別	雌	遊離型	20.夏	23.冬	+++	+++	+++	++	++	+	+	++	+++	+	+++	+	+++	20	20	+++	20
			23.冬	26.春	+++	+++	+	++	+++	+++	+++	+	+++	+	+++	+	+	+++	++	+++	+
			26.春	20.夏	+	+	20	26	26	++	++	+++	+++	++	+++	+++	+	26	+	+++	+++
		結合型	21.夏	24.冬	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	++	++	+++	+++	+++	+++		+	+++
	雄		22.夏	25.冬	+++	+++	+++	+	++	+	+++	+++	++	+	+++	++	+++	+++	22	+++	+++
			25.冬	27.春	+++	+++	27	+++	+	+	+++	+++	++	++	+++	+	+++	+++	++	+++	+++
			27.春	22.夏	+++	+++	27	+	27	+++	+++	+++	+++	27	+++	+++	+	+	22	+++	+++
地域別	雌	遊離型	9.東京	20.函館	+++	+++	+++	+++	+	20	++	+++	++	+	+	+++	++	20	+	+++	+++
		結合型	12.〃	21.〃	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++		++	+++
	雄		17.東京	22.函館	17	+++	+++	+	+	22	17	+	+++	+++	++	+	+	+	+++	+	17
種類別	遊離型		28.ヒラメ	23.イシガレイ	+++	+++	++	+++	++	23	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
			23.イシガレイ	30.アブラガレイ	+++	++	30	+++	++	23	++	++	++	++	+++	++	+++	++	++	+++	+++
			30.アブラガレイ	28.ヒラメ	+++	++	++	++	+++	+++	+++	++	++	+	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++
	結合型		29.ヒラメ	24.イシガレイ	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++
			24.イシガレイ	31.アブラガレイ	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+	+++
			31.アブラガレイ	29.ヒラメ	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+	+++
保存変化			17. 18.	1年後	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++

の差がアミノ酸組成とどの様な関係にあるかはこゝで言及し難い。

2 部位による差異

カレイという特殊な体形を考え，表（有限側）と裏（無限側）との部位差がアミノ酸組成にどの様な影響を及ぼしているか，という点を調べてみた。その結果は第6表でも明らかな通り全く差がないと言えるであろう。

表と裏との味の差は明らかに優劣があると称する人もあるが，通常の感覚では既に第2報で検定してある

様に著しいものではない。その点ではアミノ酸組成の結果と似ている。

3 鮮度による差異

エキス成分はその起源の生物と密接な関係にある他に，死後の自己消化及び細菌の発育によつても大きな影響を受ける。影響の程度は，それらのおかれた条件によつて大いに異るものであるか，一応実験の部に述べた様な腐敗条件の影響を調べることにする。第6表から知られることは加水分解しない場合は，Arg と Thr とが初期腐敗で著しく減少していることである。Asp は並が最高で，初期腐敗では His が減り，Val は増えている。変動系数が大きいので第6表には示さなかつたが，鮮度低下と共に Lys が減り，Ileu, Pro, Tyr が増える傾向も明らかである。

加水分解したものでは，第6表から明らかでないが，第4表の含量から見て Arg, Gly, Lys は鮮度低下と共に減少の傾向にあり，Ileu, Pro, Tyr, Val は増加の傾向にある。

鮮度によつて味の変化するのは万人の認める所であり，エキスアミノ酸組成も非水解，水解共々上述の様に変化して居る。アミノ酸組成が味と関係するものとすれば，その鍵はこゝに秘められて居り，この探索は味の解明に役立つであろう。

4 雌雄による差異

第6表によると，雌に Thr と Tyr とが多く，Val が少ないと云う結果が見られるが，季節，地域を問わずに言えることではない。これは雌雄以外の別の原因と考えた方がよく，こゝでは結論として雌雄による差異がないと言つてよかろう。

雌雄によつて味に差があると言うものもあり，実際妥当な例もあるであろうが，カレイの場合はそう著しいものではないようである。アミノ酸組成に雌雄の差を認めることが出来ないとしてもそれはあり得ることである。

5 大小による差異

大小は市場概念によつた。第6表によると大小による変化は，Asp が小さい方に多いというのだけである。然しこれは2例共通した結果でない。分析例は少ないが，大小による差は無いと結論しえよう。

カレイ類の場合，大小による味の差異は若干ある様であるか，それは純粋の味以外の要素が多分に入りこんでいる様であり，大小によるアミノ酸組成の差のないこともありうべきものと考える。

6 季節による差異

イシガレイの産卵期は中春であり，冬は産卵前，春は産卵後，夏は産卵に最も関係の無い季節である。雌雄，季節を通じて Asp, Glu, Gly, Met, Thr, Try, Val などが変化しているが，雌雄に共通しているものは Gly 以外に無く，これらが産卵期と関連があるものかどうかは不明である。春に Gly は4倍若しくはそれ以上に多いのであるかこの原因も不明である。Schurr[7] のネズミの実験では，12時間絶食させると筋肉中の遊離の His が減り Try が増え，7日までの絶食では個々の遊離アミノ酸が等しいか或いは増加の傾向にあり，His, Pro, Lys は減つている。ネズミを-5°Cに6時間放置したものでは対照と差がないが，毎分15回転という運動を6時間続けた場合 Len と Val とが著しく，次いで Phe と Try とが増加するが，これらの主因は不明であると言つている。イシガレイの場合，産卵後に相当する春に一般に増加の傾向を認めうるが，何らかの生理的意義があるのかも知れない。

さてこゝに用いたイシガレイは，市場概念で大に属するものであつてもそれが成体(Adult)であるか否かに大いに問題がある。これらの生殖巣は成熟してあつても，その量が著しく小さいからである。然しながら，完全に成熟体である極大とも称すべきものは市場には稀であるので，応用科学の一分野として味を論する場合には問題がない。多くのイシガレイがその程度の大きさで売れているものであり，その範囲内で大小，雌雄，季節に伴うアミノ酸組成の差を調べ，味と対比させて考えることは当然である。但し，これらの項目についてはアミノ酸組成に著しい差かなく，第1報に述べた様にイシガレイのシュンは産卵前に美味とする説

と，産卵に関係のない夏に美味であるとする説とがあるが，アミノ酸組成からも勿論その何れにも組することは出来ない。

7 結合型

結合型は第6表の非加水分解物と加水分解物との差で示される。結合型には殆んど総てのアミノ酸があり，特に多いものは Gly, Glu で次いで Asp, Lys, Pro, Ser である。特に少く寧ろ欠いている様に思われるのは His で，このことはカルノシン等のヒスチジンペプチッドが殆んど存在しないことを物語つている。これら以外のアミノ酸は時には存在し，時には極端に少なく殆んど欠く様にも思われ，その存在の疑わしいものもある。概観すると各結合型アミノ酸はヒラメ，アブラガレイに特に多く，これは種類に特有な現象のものか，又はその他の原因によるものか不明である。

この様に多くの結合型アミノ酸の存在することは，ペプチッドに対する定量用乳酸菌の活性が異なる等定量法の不備の点，又除蛋白剤の微妙な作用により低級蛋白或いはポリペプチッドが部分的に沈澱しなかつた為などにより生ずるものではなかろうか。

8 地域による差異

同一季節の東京産と函館産のものとを雌雄別，雌の場合には特に結合型についても吟味してみた。その結果は Ala, His, Ileu, Thr, Val に変化が見られ，特に His は雌雄に共通して函館産のものに多い。これは偶然そうだつたのか，或いは然るべき理由があつたのか回を重ねて更に吟味せねばならぬ。結合型は両者に殆んど差がなかつた。

味についていうと，東京では近海産のイシガレイを"江戸前"と称して殊の他賞味している。著者が1955年の7月15日，東京中央卸売市場で調べたカレイ類の買当価格は次のようであつた。即ち，北洋ガレイ，140円；ヒラメ，500円；マコガレイ，500～800円；イシガレイ（活），1000～1500円；イシガレイ（死），500円；メイタ，250円であつた。これらの名称はその時その市場に於けるものである。これによるとイシガレイは活魚ではなくてもヒラメ，マガレイに匹敵するものであることが知られる。然るに函館市場では，既に第2報に示した様にイシガレイは東京程高く評価されていない。（著者の感覚では両者の味に，評価に値する程の差を見出しえない。）少なくも，アミノ酸分析の結果の差異が両者の味の相違の原因をなしているという，客観的な資料は見出しえない。

9 種類間の差異

同一地域，同一季節，同性の同一亜目の魚種間にどの様な差異が存在するかを検討するのが目的で，ヒラメ，イシガレイ，アブラガレイをその対象に選んだ。得られた結果は Asp がイシガレイよりアブラガレイに多く，His はイシガレイが最高であるという差はあるが，大体に於て著しい差がないと言つてよい。結合型も殆と差がない。

味について言うと，既に第2報に詳説した所であるが3種のうち，ヒラメは函館産カレイ類のうち最高級のものであり，イシガレイはあらゆる意味から中間のものであり，アブラガレイは最低のものである。若し魚類の味がエキスアミノ酸組成によつて決定されるものであれば，この分析結果に何らかの差異が見出されるべきである。然るに見られなかつた。但し結合型の場合，アミノ酸の結合の型によつて或は優，或いは劣の作用がある場合もありうるのであるが，この場合はこれらの結合型の構造すら明らかにし得ないのであるから明言を避けねばならない。要するにエキスアミノ酸組成からカレイ類の品質を決定する何物も導かれない。

著者[4]は品質とアミノ酸組成との関係を調べる目的で，品質を異にした鰹節のアミノ酸組成を，試料を変えて3度測定したが，何れも品質と関係ありそうなデーターを見出しえなかつた。全く同様な結果を鴻巣ら[5]も見出している。

事こゝに到つて味に対するエキスアミノ酸組成の作用に大きな疑問をいだかざるをえない。又カレイ類の

アミノ酸組成は品質を決定する要因となつていないと結論しうる。

10　保存中の変化

保存の都合上エキスはトルオールで防腐して，数ヶ月以上凍結しないように注意して冷蔵庫に放置した。その間の変化を調べる為に調製直後に分析したものと，更に1年後に分析したものとを比較し貯蔵中の変化を調べた。その結果は第6表に表われた通り全く差がなかつたと云える。即ちこれによつてエキス分析期間中，分析結果の解析を妨げる程度にエキス成分の変化がなかつたことが知られ，随つて上述の結果は保存中の変化を考慮することなくそのまゝ受取りうる。

以上10項目に亘つて考察したのであるが，各項目の生化学的な問題にしても，味の特徴にしても，これらにアミノ酸組成の差異によつて明らかな説明を下すことが出来なかつた。この一因として結果の判定法にも問題があるかも知れない。例えば個体変化から求めた各アミノ酸の変動係数が，そのまゝ他の実験項目のアミノ酸にも，更に結合型にまで及ぶと仮定した所にも問題があろうし，又それから導いた母集団が交るか交らぬかによつて結果を判定したことも幾分酷しかつたのかも知れない。然しそうと断定する根拠もない。ともあれこれはイシガレイの一魚種から得られた結果であり，これより普遍的な結論を導くことはためらう。他日他魚種についても同一の実験を繰返し，この結果を検討してみたい。

結　　論

イシガレイ，ヒラメ及びアブラガレイのエキスアミノ酸組成を引例について分析し，個体変化，部位別，鮮度別，雌雄別，大小別，季節別，結合型，種類別，保存中の変化について，個体変化の調査から導かれた変動係数が各分析側の各アミノ酸に共通なものと仮定してそれより母集団を導き重ならない場合に差があるとの考えで，各分析結果を吟味した。その結果生化学的な著しい特徴も，又味の差を裏ずける事をも見出し得なかつた。

謝　　辞

本研究のうち，東京産イシガレイの分析は昭和30年より31年にかけて内地研究員として東京大学農学部水産化学研究室で行つたものである。本研究は東大名誉教授　森高次郎先生，東大水産化学研究室　松浦文雄教授，橋本芳郎助教授の御指導を賜つた。特に分析法については，鴻巣章二助教授の御懇篤なる教示を賜つた。更にこの研究は北大水産食品化学教室で村田喜一教授の御指導で進め完結した。研究費は文部省科学研究助成金，北水協会その他から仰ぎ，試料の採取，アミノ酸の分析については多くの方々の御協力を得，実験結果の整理には田村祐子，奥村彩子，木田健治の諸氏に仰ぎ，本論文の校正には高木助教授を労した。以上の方々に衷心より御礼の言葉を申上げる。

文　　献

1)　Schurr, P. E. *et al.* (1950). *J. Biol. Chem.* **182**, 29.
2)　田村学造・角田俊直・桐村二郎・宮沢滋 (1952). 農化 **26**, 464, 474.
3)　松浦文雄・鴻巣章二・太田良三・香取進一・田中清枝 (1955). 日水誌 **20**, 941.
4)　大石圭一・田村祐子・村田喜一 (1957-1959). 日本水産学会及び日本農芸化学会大会で講演.
5)　鴻巣章二・橋本芳郎 (1959). 日本水産学会で講演.

魚肉ソーセージの殺菌に関する研究 (その1)

谷川英一・洲脇操・秋場稔
(北海道大学水産学部水産食品製造学教室)

Studies on the Heat Sterilization of Fish Sausage-(1)

Eiichi TANIKAWA, Misao SUWAKI and Minoru AKIBA

Abstract

Recently fish sausage is manufactured in large quantities in Japan; the production has been one of the large enterprises.

The complete sterilization of the fish sausage at high temperature can not be done, because resultant from heating at high temperature the sausage meat becomes fragile and loses adhesiveness. Therefore any processing for the preservation of fish sausage must be done in a short period by heating at comparatively lower temperature. To prolong the preservation period, some bacteriostatic agent is added to fish sausage meat.

In a series of studies on preservation, the present authors have investigated the complete sterilization of fish sausage by heating.

The results obtained are as follows:

(1) In order to ascertain the origin of the contamination of fish sausage, the raw fish meat material, submaterial (e. g., starch, sugar, salt, etc.) and the contamination of the inside of the factory were investigated. As a result, the number of bacteria in the chopped meat before stuffing into the case ("Ryphan", or vinyliden chloride film, etc.) was found to be $10^4 \sim 10^7$/g, in which 10^2 were thermotolerants which survive at the heating of 30 minutes at 85°C (Table 1).

(2) Investigation of the thermotolerance of bacteria which were isolated from some decomposed commercial fish sausage processed under the heating condition (85°~90°C for 30 minutes) was made. The bacteria isolated from the softened fish sausage were destroyed by heating at 95°C for 50 minutes, at 100°C for 40 minutes, 105°C (3 pounds pressure) for 30 minutes, 110°C (6 pounds pressure) for 20 ~ 30 minutes, or 115°C (10 pounds pressure) for 10 minutes in the concentration of spores of 10^2/g in the fish meat (Table 4).

(3) In the processing of the fish sausage, the addition of bacteriostatic agents (e. g., nitrofrazon) shortens the time necessary for killing of the bacteria (Fig. 1).

(4) The heat-penetration curves of the center of fish sausage (dia. 3 cm, length 26.5 cm) and fish ham (size, 4 × 4.5 × 9 cm) under the heating at various temperatures, were investigated; the variation of the temperature at the centers of the sausage or ham under the heating process was ascertained (Figs. 2 and 3).

(5) In view of the penetration of the heat into the center of fish sausage or ham, the center may be said not to become sterile even by heating at 90°C for 60 minutes. Therefore the cause of the decomposition of the sausage was considered to be the presence of thermotolerant bacteria.

(6) From the results concerning the curves of heat-penetration into fish sausage or ham and the thermotolerance of the isolated bacteria, the adequate processing times at various temperatures were calculated after Ball[43]. According to the calculation, such a time for sausage is 53 minutes at 105°C (3 pounds pressure) (Table 7). Next, the authors have studied the fundamental factors concerning the higher processing temperatures.

(7) For preliminary studies of the processing by high temperature, an apparatus for estimating the inner expansion pressure in the case of fish sausage was made (Fig. 7). By the use of the apparatus, the relation between the processing pressure in retort and the inner

expansion pressure of sausage was investigated. According to the results, the relation was shown to be proportional. But the declinations of the straight lines are different according to the kinds of sausage cases in which water is stuffed (Figs. 9 and 12).

At high temperature processing, vinyliden chloride film (e.g., "Saran" or "Kureharon") is a suitable stuffing case, but hydrochlorized rubber film ("Ryphan") is not, because the film-case was bursted by the expansion pressure at the shrinkage of the film cases by the heating.

(8) At the comparatively higher temperature processing, the quality of the fish sausage meat stuffed into "Saran" or "Kureharon" falls less than that in "Ryphan" even at above 100°C of the processing (Table 8).

(9) When fish meat sausage is placed in a metallic retainer, and processed even at comparatively high temperatures (3 ～ 6 pounds pressure) for 60 minutes, the elasticity of the fish sausage meat does not decrease (Tables 9 and 10). The decrease in color and flavour of fish sausage processed at high temperature can expectably be prevented by determination of the proper processing time.

By the results obtained, the authors have become to clarify for the complete sterilization of fish meat sausage by heating at comparatively high temperature.

魚肉ソーセージはその食品の形態上，ライファン，クレハロンなどのケース内に充塡され，且つ加熱処理されているため，従来の一般煉製品，たとえばかまぼこ，竹輪などの無包装製品に比較しその貯蔵性は大である。魚肉ソーセージの加熱処理は，生肉身の加熱凝固と同時に殺菌の目的も兼ねており，その包装形態の大小によつて多少の相異はあるが，一般に85°～95°Cで30～60分の湯煮加熱が採用されており，前記以上の高温度および長時間の加熱処理は，ソーセージ特有の香味，色沢，肉質などの品質の低下を来たし[1]，また包装フイルムの性質上よりも，ある極限温度以上の加熱処理は困難とされている[2]。

魚肉ソーセージが，かまぼこ類と異なる点として，香辛料を使うこと，油脂混入量が多いこと，および色素類の添加により鮮紅色を呈せしめることなどがあげられ[3]，その品質のデリケートな特性を保持するためには，上記のように，加熱殺菌温度にもある限度がおかれることとなる。

しかしながら，魚肉ソーセージ製造の副材料である澱粉[4,5,6]，香辛料[7]中に多数の細菌，しかも比較的耐熱性の強い有芽胞細菌類が混入されている関係上，現行の加熱条件では，それらの完全殺菌は困難とされている[8]。

事実，殺菌澱粉[9,10,11]の使用により，煉製品（ソーセージを含めて）の貯蔵性がある程度助長されることは確かめられているが，その場合においてもなお完全殺菌を期することは出来ない。

したがつて，魚肉ソーセージにおいても保存・殺菌料としてフラスキン（ニトロフラゾーン），ネオフラスキン（ニトロ・フリルアクリル酸アミド）およびソルビン酸ならびにそのソーダ塩などの使用が，それぞれの許容量以下の添加において認可されており[12]，清水ら[13]によればこれらの保存・殺菌料を添加して加熱処理する場合には，無添加の場合に比し，細菌の加熱致死時間が短縮されることが明らかにされている。また新川[11]によればソルビン酸を挽肉に対し1/500量添加したものでは，無添加製品に比し，盛夏では約13日間，またソルビン酸1/1,500量とフラスキンの基準添加量の半量（1/10万）を混合添加したものでは，ソルビン酸1/500量添加のものよりも，さらに2週間以上も腐敗を防止し得たという。

しかして，宇野ら[15]，あるいは横関[16]らは上記の保存・殺菌料を添加して製造した魚肉ソーセージにあつても，その加熱殺菌後における残存細菌数は，無添加製品と大差はなく，したがつて前記のような保存・殺菌料の添加製品が，無添加製品よりも貯蔵性が大であるということは，上記の保存・殺菌料が主として静菌的に作用しているものと解釈している。

このように魚肉ソーセージにあつて，たとえ密封結紮が完全で，フイルム表面のピンホールあるいは結紮部よりの細菌類の侵入[7,17,18]がない場合でも，上記のような種々の制約上から罐詰製品にみるような完全な

る貯蔵性は賦与されない。したがつて，魚肉ソーセージの製造にあつては，工場内の設備，器具類の消毒，原材料の細菌による汚染の十分なる吟味，ならびに製品の衛生的取扱いに常に注意が払われているのが現状である。

しかして市販魚肉ソーセージの保存性は，製品により夏期高温時で1カ月位の貯蔵に耐えるものもあり，また僅か数日間で腐敗するものもあり一概には云えないが，小笠原[19]らによれば，冬期の比較的低温時では約2週間，夏期の高温時では約1週間以内に食用に供すべきであるとしている。また魚肉ソーセージの腐敗には種々の形式があり横関[20]および清水ら[21]により，それぞれ検討されているがその中，横関によれば，膨脹型，酸敗型，軟化型，変色型および粘液蓄積型の5つに大別され，これは製造後における製品中の残存細菌の種類および二次的な汚染細菌の種類の差異に起因するもので，この中，軟化型を除く他の腐敗型式のものよりの分離細菌の耐熱性は比較的弱いが，軟化型のものは耐熱性は相当に強いという。すなわち，横関ら[22]は軟化型の腐敗魚肉ソーセージから芽胞形成の通性好気性桿菌（*Bac. circulans* 類似菌）を分離しており，このもの、熱抵抗性を試験（溶解せる寒天培地中に胞子濃度を 10^3/cc として加熱）した結果，100°C，60分の加熱では死滅せず，105°C，20分でようやく死滅することをみている。したがつてこのような細菌は現行の85°～95°C，60分程度の加熱殺菌操作では当然殺菌し得ないものといえる。

著者らは現行の魚肉ソーセージの貯蔵性をさらに完全にする目的をもつて，魚肉ソーセージの殺菌に関する一連の研究を行つたが，一応製品品位を余り低下せしめないで高温殺菌し，腐敗を完全に防止し得る方法の見通しがついたので，こゝに報告する。

報告に先立ち，本研究は，昭和33，34年度，文部省科学試験研究費の援助を得て行つたことを附記し，ここに謝意を表す。

I 魚肉ソーセージ工場内の細菌汚染度

前記のように魚肉ソーセージの原材料中の汚染細菌群は加熱殺菌後においても残存し，腐敗の原因となるのであるが，実際の魚肉ソーセージ工場内の処理過程中において汚染細菌はどのような分布を示すのであろうか。またケース充塡直前において混合挽肉はどの程度，細菌により汚染されているであろうか。このような問題は爾後における殺菌加熱に対する基礎資料として重要であるので，日産6万本の製造能力を有する某魚肉ソーセージ工場内の操業中における細菌汚染度について試験した。

1 試験個所

製造原材料，各製造工程，工場室内の用具，用水並に工場環境などのうち，主要と思われる下記の個所より細菌分離を行なつた。

(1) 主原料（水産，畜産原料）……マグロ，マカジキ，メバチ，クジラ，スルメイカ，メジロザメ，ウバザメ，豚赤肉，豚脂，豚油（以上のうち水産物原料は何れも冷凍物の解凍後におけるものである）。

(2) 副材料……澱粉（小麦粉澱粉，コーンスターチ），香辛料（コリアンダー，ジンジャー，ナツメグ，コショー，トウガラシ，カレー粉，陳皮，ガリック，オニオン），結着剤〔ミートン（SPK-21），ポリゴンM〕，色素（ニューコクシン，ローズベンガル），調味料（味の素，コハク酸ソーダ），その他（アスコルビン酸，ネオフラスキン）。

(3) 製造工程……擂潰機，ミキサー，サイレント・カッター，スタッファー中の各処理肉。

(4) 製造用具……調理台，魚函，原料運搬コンベアー，製品コンベアー。

(5) 製造用水……原料洗滌水，井戸水，加熱殺菌水，冷却水などの何れも処理中の水。

(6) 工場環境……原料室床，凍結室床，準備室床，解凍槽，調理室床，加工室床，サイレント・カッターおよびスタッファーの出口，ケーシング台，殺菌室床，工場周辺の土壌，工員の手。

2 試験方法

細菌分離の要領は，予め試験管に生理的食塩水9cc と少量の脱脂綿を入れ，常法により綿栓後高圧滅菌す

る。試料の採取に当り，上記の各試験個所より2 cm² の面積を有する切抜紙の孔の上より試験管中の滅菌脱脂綿を用いて拭いとり，これを再び試験管内にもとしてよく振盪し，この懸濁液中の細菌数を十進稀釈法により普通寒天平板培養基上に好気培養して，試験場所1 cm² 当りの細菌数に換算して表わした。なお固形試料にあつては各1 g宛を採取し，前同様に十進稀釈法により細菌数を測定した。

また上記細菌懸濁液の1 cc ずつを湯浴中で85°C，30分の加熱を行い，この加熱に耐えて残存する耐熱性細菌数を前同様に測定した。この加熱条件は天野ら[23]の研究で，直径3.5 cm，長さ16 cmの魚肉ソーセージの場合，90°～91°C，60分の加熱では，その中心温度が85°Cで約30分間は保持されると云うことより選定されたものである。

3　試験結果

試験結果を一括して第1表に示す。

第1表より生菌数による細菌汚染度をみるに，主原料は全般に可成り多数の細菌で汚染されており 10^1～10^7/g の範囲を示す。副材料中では香辛料中の細菌汚染度が比較的高く 10^5～10^7 の値を示し，次いでポリゴン-M，ローズベンガル，味の素などは 10^3 程度の値を示す。また澱粉類は 10^2 程度で割合に低い汚染度を示した。

各製造工程より採取した処理肉ではサイレント・カッターの処理肉の 10^7/g と云う特に高い汚染度のものを除いては，何れも 10^3～10^4 程度の汚染度を示す。また製造用具では，主原料を直接取扱う調理台，魚函，原料運搬コンベアーなどは何れも主原料なみの 10^6～10^7/cm² と云う高い汚染度を示すが，製品コンベアーのようなソーセージ製了後の使用装置類は 10^3/cm² の値を示し，その汚染度は小さい。なお製造用水にあつては，原料洗滌後の水，および製品の加熱殺菌後の冷却水がかなり高い汚染度（10^7/cc）を示すが，加熱殺菌水中には細菌の存在はみとめられない。なお井戸水中に 10^2 程度の細菌が検出されたが，これは常時使用しているものではなく，予備的な給水施設である。

次に工場内環境については，各処理室の床には何れも 10^7/cm² の高い細菌汚染度が示され，またサイレント・カッターおよびスタッファーの出口および工場外の土壌中にはそれぞれ 10^3 程度の細菌汚染がみられる。なお作業中の工員の手に 10^7/cm² という高い細菌汚染度が示されるが，これは主原料を取扱う工員の手についての細菌汚染度を示すものである。

生菌数による細菌汚染の状況は上記の如くであるが，85°C，30分の加熱処理によつて残存する耐熱性細菌の分布状況は，主原料ではメジロザメおよびウバザメに，また副原料では，コリアンダー，ジンジャー，トーガラシおよびカレー粉などの香辛料中には 10^2～10^4/g の，また結着剤ポリゴン-Mおよび小麦粉澱粉並びにコーンスターチ中に 10^1～10^2/g 程度の耐熱性細菌の汚染度がみられる。なお製造工程中ではサイレント・カッターおよびスタッファー（ソーセージ用）の処理肉中に，また製造用具では調理台に 10^3 の細菌汚染がみられたが，魚函，コンベアー，および各製造用水中には耐熱性の細菌は検出されなかつた。なおまた，工場内の環境については，原料室，凍結室並に準備室の床上および土壌中にそれぞれ 10^2～10^3/cm² 程度の細菌汚染がみられたが，工員の手には耐熱性の細菌はみとめられなかつた。

4　考　察

以上の結果において，主原料の細菌汚染度が非常に高く，大部分 10^6～10^7/g の値を示すことは，これを取扱う工員の手，あるいは処理中の原料洗滌水，解凍槽および原料と直接々触する運搬コンベアーなどに，上記と同様に高い細菌汚染がみられたこととも合致し注目される。

著者らは以前に氷蔵サバ[24]，冷凍サケ[25]，あるいはタラバガニ（脱甲ガニ）[26]，などについて工場搬入後，普通 10^1/g 程度の細菌汚染の示されることをみており，この点，本試験の結果は冷凍水産物が主で洗滌作業を経ているものであることより考えれば，幾分高い汚染度を示すようにも思われるが，作業中における室内汚染も考慮されるので一概には云えない。鉄本ら[27]は魚市場に陸揚げされた大型魚の表皮には，水洗後にお

Table 1. Bacterial contamination in a factory of fish sausage

Sample	Colony counts	Number of thermo-tolerants	Place of sampling	Colony counts	Number of thermo-tolerants
(Raw material)			(Raw matarial throughout manufacturing process)		
Tuna (Maguro)	1.2×10^6	0	Grinder (for sausage)	6.0×10^3	0
Spear-fish (Makajiki)	3.5×10^6	0	Grinder (for ham)	1.0×10^4	0
Rock-fish (Mebachi)	2.2×10^7	0	Mixer	6.0×10^3	0
Sperm-whale (Makko-kujira)	5.2×10^6	0	Silent cutter	1.2×10^7	4.2×10^2
Squid (Surumeika)	1.2×10^4	0	Stuffer (for sausage)	1.5×10^4	4.0×10^2
Shark (Mejirozame)	5.2×10^6	4.2×10^2	〃 (for ham)	4.0×10^3	0
Shark (Ubazame)	1.6×10^4	4.7×10^2	(Equipments and Apparatus)		
Pork meat (red)	5.4×10^6	0	Dresser	1.4×10^7	1.2×10^3
Lard	1.2×10^6	0	Fish cage	5.5×10^7	0
Pork oil	1.2×10^4	0	Conveyer (for raw material)	2.2×10^6	0
(Sub-materials)			〃 (for fish sausage product)	2.0×10^3	0
Wheat starch	2.9×10^2	1.2×10	(Water in the plant)		
Corn starch	2.0×10^2	5.2×10	Washing water (for raw material)	5.5×10^7	0
Coriander	2.6×10^7	1.4×10^4	Well water	7.1×10^3	0
Ginger	2.1×10^4	1.2×10^3	Heat sterilized water	0	0
Nutmeg	1.6×10^3	0	Water for cooling	1.2×10^7	0
Pepper	6.4×10^3	0	(Plant)		
Cayenne	2.0×10^3	1.1×10^2	Floor (Raw materials-room)	5.5×10^7	7.9×10^3
Curry powder	1.2×10^3	1.0×10^2	Floor (Refrigerating-chamber)	6.7×10^7	7.6×10^2
Chinpi	0	0	Floor (Pre-refrigerating chamber)	2.2×10^6	2.2×10^2
Garlic	1.2×10^3	0	Floor (Cooking-room)	5.5×10^6	0
Onion	5.5×10^6	0	Floor (Making-room)	3.4×10^7	0
Miton (SPK-21)	0	0	Defrosting tank	1.2×10^7	0
Polygon-M	2.0×10^3	4.0×10^2	Silent cutter (Out-put)	5.5×10^3	0
New coccine (Red No. 102)	0	0	Stuffer out-put (sausage)	6.7×10^3	4.0×10^2
Rose bengale (Red No. 105)	2.0×10^3	0	〃 out-put (ham)	4.0×10^3	0
Aji-no-moto (Sodium glutamate)	4.4×10^3	0	Casing-board	2.4×10^4	0
Sodium succinate	0	0	Soil around the plant	3.2×10^3	4.0×10^2
Ascorbic acid	1.2×10^3	0	Hands of worker	5.5×10^7	0
Neo-flaskine	0	0			

いてすら 10^5〜10^7/cm^2（1g 当りにすれば，なお増大することが予想されるが）程度，また横関ら[28]もスケトウダラについて 10^5〜10^6/g 程度の，かなり高い細菌汚染のあることをみている。

なお耐熱性細菌はサメ類を除く他の主原料には幸い附着していなかった。サメ魚体が耐熱性細菌によって汚染されていることについては，井野[29]はサメ肉中およびサメを原料としたソーセージ中に *Clostridium* 属の耐熱性細菌を検出している。これはサメ原料がラウンド状で搬入され，且つその体重が重く，強靱な皮膚をもつので截割処理されるまで，しばしば原料室の床上におかれることによるものと思われ，該床上にも同様に耐熱性細菌の汚染をみることとも一致する。他の原料は主にブロック状のもので，洗滌された箱の上におかれており，耐熱性細菌の汚染機会が少なかったものと思われるが，しかし調理台上においても耐熱性細菌が検出されているので今後の処理上においても，十分注意を払うべきことであろう。

次に副材料の小麦粉澱粉およびコーンスターチ中に 10^2 程度の細菌汚染が示され，耐熱性細菌（85 C，30分の加熱に耐えるもの）はわずかに 10^1 程度の汚染度を示した。木俣ら[4]によれば普通，馬鈴薯あるいは甘藷澱粉は細菌数が 10^5〜10^6 を示し，このうち耐熱性（80 C，10分の加熱耐性菌）のものは約70%であるが，小麦粉澱粉では，はるかに少なく，総菌数は 10^3 程度で，このうち約50%が耐熱性のものであるという。高畑[7]も馬鈴薯澱粉中に 85°C，30分の加熱耐性菌が 10^2〜10^5，小麦粉澱粉には 10^1〜10^3 程度検出しているから，著者らの上記の結果は，生菌数においても，また耐熱性細菌数においても，その汚染度が比較的小さいと云える。これは，当時，澱粉中の細菌の高度汚染が漸く業者間の注意を喚起し，その原料の選定が特別に吟味されたことにもよるのであろう。

次に香辛料中に生菌数が 10^5〜10^7/g，耐熱性細菌が 10^2〜10^4/g 程度検出され，その汚染度が比較的高いことが注目されたが，これは高畑[7]の結果とも一致する。近年，無菌香辛料の製造が注目されてきたが，今後はこの種の香辛料の使用が適当であろう。

その他の副材料中では，化学製剤である結着剤ポリゴン-M，色素ローズベンガル，調味剤味の素などにそれぞれ 10^2 程度の生菌数が示され，また耐熱性細菌はポリゴン-M中に 10^2 程度検出されたことは，これら製剤中の媒散物に由来するものであるか，あるいは保存取扱い中の汚染によるものであろうと思われる。

各製造工程中の処理肉摺身の生菌数は普通 10^4〜10^6/g で比較的少なく，たゞサイレント・カッター中のものは特に高く 10^7/g，また耐熱性のものはサイレント・カッターおよびスタッファー（ソーセージ用）中の処理肉にそれぞれ 10^2 程度検出された。この結果は高瀬[30]，菅原ら[31]が一般の練製品工場内の擂潰肉摺身中に 10^5〜10^8/g の生菌数を，また高畑[7]も魚・鯨肉混合摺身中に 85°C，30分の加熱耐性菌を 10^2 程度検出していることとも一致する。なおスタッファー中の耐熱性細菌はソーセージ用のものに検出され，ハム用のものには検出されなかったが，笠井ら[32]によれば，擂潰時の澱粉投入時に高い細菌汚染が示されることよりこれら両者間の配合上の差異に由来することも考えられる。

次に調理台，魚函，原料運搬コンベアー，その他製造用具で原料肉と直接的に接触するものに，かなり高い細菌汚染がみられること，また調理台上に耐熱性細菌の検出されたことなどは，谷川も先にカニ罐詰[33]およびサケ罐詰工場[25]内においてみとめており，これらの部分の作業中の汚染が高いことが知られる。

また工場用水については，85°〜90°C に加熱された製品殺菌水中には細菌汚染はみられなかったが，原料洗滌水，加熱製品冷却水中にはかなりの細菌汚染が示され，このうち洗滌水については作業中でもあるし，また原料汚染度の高かったことからも，この程度の汚染がみられることは当然のようにも考えられ，事実大島[34]も，カニ罐詰工場内の洗滌用水について 10^5/cc 程度のかなり高い細菌汚染をみているが，加熱製品の冷却水中の細菌汚染度の高いことは，製品封緘部からの細菌侵入の機会[18]を考慮すれば極めて遺憾なことで，塩素消毒などの処理が望ましいと思われる。

また工場内環境については，各処理室の床上に，また工員の手に，それぞれ相当高い細菌汚染の示されたことは，前記のサケ[25]およびカニ罐詰工場[33,34]においても同様であり，作業中，適時，殺菌処理[35]を施すこ

とが必要である。

なお，土壌中に10^5/gの生菌数が示され，そのうち約10%が耐熱性のものである。天野[36]によれば，一般に土壌細菌の耐熱性は非常に強いものである故，製造操作中におけるこの種耐熱性細菌の汚染には特に注意を要する。

以上の結果より魚肉ソーセージの製造において，原材料の混合摺肉は，かなり高い細菌汚染を受けており，この状態でケース内に充塡されることになるが，上記の汚染細菌の中には耐熱性の強い細菌も含まれるので，製品の加熱殺菌に耐えて残存し，製品腐敗の原因となることが明らかである。

これらの耐熱性細菌は原材料中では澱粉，香辛料などの添加物に由来することが大きく，この点ある程度不可避的なものとは思われるが，なおその外に工場内環境，すなわち原料の作業中における取扱いの良否による間接的汚染も考えられるので，工場内の衛生管理については特に注意を要することは云うまでもない。

II 魚肉ソーセージ汚染細菌の耐熱性

前章Iの実験により，魚肉ソーセージの製造中においては，かなり高度の細菌汚染がみられ，特に，副材料である澱粉，香辛料中の耐熱性細菌群が，製品の加熱殺菌後においても残存する可能性のあることが明らかとなつた。事実，横関[8]は，魚肉ソーセージの中心温度が88°Cに達した場合においても10^3/g程度の耐熱性の有芽胞桿菌が残存することをみとめており，また赤松[37]も市販魚肉ソーセージ中には10^2～10^3/gの好気性殺菌，および10^1～10^2/g程度の嫌気性細菌を有するものが特に多いことをみている。

著者らは，魚肉ソーセージの完全殺菌を期するために，上記の残存細菌および，その他の汚染細菌が，どの程度の耐熱性を有するものか，について検討を加え，将来の完全殺菌時間の決定に対する基礎資料とした。

1 市販魚肉ソーセージ中の残存細菌の耐熱性

(1) 供試料

某魚肉ソーセージ工場で製造されたもので，原料の配合割合は，マグロ50%，モウカザメ30%，クジラ5%，その他，澱粉10%，砂糖1.6%，食塩3%，その他味の素，コショー，カレー粉，トウガラシ，ジンジャー，ナツメグ，燻液などで，着色剤には赤色102号（ニューコクシン），防腐剤にはネオフラスキンを添加したものである。加熱温度，時間は90°C，50分間で，冷却時間は50分間である。製造後室温（11月）で2～3日，次いで冷蔵庫内に2日貯蔵されたもので，官能的には何らの腐敗の徴候もみられなかつたものである。

(2) 実験方法

供試魚肉ソーセージの表面を常法にしたがいアルコールで殺菌し，無菌箱内にて殺菌したメスで製品中央部を円形に縦断し，殺菌乳鉢の中に入れて摺り潰し，この1gを予め殺菌せる9ccの生理的食塩水中に懸濁せしめ，よく振盪後，一旦静置して上部清澄液1ccを十進稀釈法により数段に稀釈し，各稀釈液1cc宛を2%食塩含有の普通寒天培養基中に好気的に接種し37°Cの平板培養に附した。

供試料5本について上記の細菌分離を行い，その細菌集落の状態および形態学的性質により分類した結果，第2表に示すように桿菌1株，球菌3株に区別された。

これらの各菌株を1白金耳宛普通ブイオン中に接種し80°，90°Cおよび100°Cにて一定時間加熱し，冷却後，37°Cで培養し，加熱後における細菌の生死を判定した。なお各試験毎に3本宛の細菌接種ブイオンを用意して加熱試験を行つた。

(3) 実験結果

実験結果は第3表に示す。この結果によれば，Aの桿菌は比較的熱抵抗が強く，80°および90°Cでは80分の加熱に対しても残存し，100°C，30分の加熱で漸く死滅する。これに対しB，CおよびDの各球菌はその熱抵抗性は小さく，このうちB菌は80°C，30分および90°C，10分の加熱で，またCおよびD菌は80°C，

10分の加熱によつて死滅してしまう。

2 腐敗魚肉ソーセージ内に存在する細菌の耐熱性

前記のように横関[20]は魚肉ソーセージの腐敗型式を数種に区別したが，それらの腐敗型式は，実際には二，三種重複して現われる場合が多いと云われている。

本試験では市販魚肉ソーセージの腐敗返品となつたもののうちから，その外観上，明らかに膨脹型とみられるもの，および内山ら[37]のいう軟化型とみられるもので膨脹気味を示したものの2種の変敗品を入手し，それらの中に存在する細菌の耐熱性を試験した。

Table 2. Bacteria isolated from the commercial fish sausage (not decomposed)

Strains	Type of strains	Forms	Cultural characteristics		Gram-stain
			Agar plate	Agar slant	
A	Bacilli	Short rods	Opaque, smooth, irregular	Greyish white, diffusely	−
B	Cocci	Spheres	Yellowish, circular, raised	Yellowish, diffusely	+
C	Ditto	Ditto	Opaque, circular, raised	White, slight diffusely	+
D	Ditto	Ditto	Greyish white, circular, umbilicate	White, slight diffusely	+

Table 3. Thermotolerance of bacteria isolated from the commercial fish sausage (not decomposed)

Strains	Time (mins.) / Temp. (°C)	10	20	30	40	50	60	70	80
A	80	+	+	+	+	+	+	+	+
	90	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	+	+	−	−	−			
B	80	+	+	−	−	−	−	−	−
	90	−	−	−	−	−	−	−	−
	100	−	−	−	−	−			
C and D	80	−	−	−	−	−	−	−	−
	90	−	−	−	−	−	−	−	−
	100	−	−	−	−	−			

(1) 実験方法並びに結果

1) 膨脹ソーセージ細菌の耐熱性

典型的な膨脹型とみられた供試魚肉ソーセージはケースと肉面との間に約3 mmほどの空間が生じ，ケース（クレハロン）自体が著しく緊張しており，一見して膨脹の外観を示したものであるが，ケース内面には多少の粘質物の附着がみられた。

供試品より細菌を純粋分離することなく混合培養の形式でその耐熱性をみた。すなわち，供試品を無菌的

に切開後，葡萄糖ブイオン中に表面粘質物を一白金耳宛接種し，よく振盪後，85°Cの湯浴中にて0～30分間，5°C間隔で加熱し，冷却後，37°Cに培養して，菌の生死を判定した。その結果，分離細菌群は，85°C，5分の加熱においても完全に死滅することをみとめ，その耐熱性の比較的弱いことを知つた。なお本菌はパラフィン重層のブイオン中で培養するとガスを発生してパラフィンを上部に押上げ，且つまた，Manteufelの高層培養においても，よく発育し，ガスを形成して培地に亀裂を生じ，この場合の純粋分離菌は球菌でその耐熱性は前回同様ブイオン中加熱では85°C，5分の加熱で死滅することが確認された。なお本試験では肉質内部の残存菌については検討を加えなかつた。

2) 軟化ソーセージ細菌の耐熱性

次に軟化型とみられた供試品は，多少膨脹気味であることが観察されたので，本試験では肉片を無菌的に殺菌した小試験管にとり，そのロを熔接して密封し，湯中にて85°C，30分加熱して後，十進稀釈法により葡萄糖寒天平板培地および，Manteufelの高層培地にそれぞれ好気並に嫌気的な細菌分離を行つたが，嫌気培養では細菌は検出されず，好気培養では，同一種とみられる集落を形成した。本菌を純粋分離し，乳糖ブイオン酸酵管に接種して培養したのにガスの生成はみられず，且つ2週間培養後の集落について検鏡した結果ではグラム陽性の有芽胞の桿菌であることを知つた。

それで本菌の芽胞を形成せしめ，殺菌生理的食塩水中に一定濃度になるように懸濁せしめ，別に予め調製した魚肉ソーセージ摺身を内径9mmの肉厚ガラス管に約5cmの長さに詰め，両端に綿栓を施して加圧殺菌（10lbs, 30分）した無菌ソーセージ肉中に，上部細菌懸濁液一定量を注射筒により注入し後，両端を熔接密封した。しかして，肉中の胞子濃度を10^3および10^5/gになるように調製した。一試験に対し3本宛の肉封入管を用意しこれらの肉封入試験管を湯浴中85°，95°，100°C（沸騰水中），および加圧レトルト中105°（3 lbs 加圧下），110°（6 lbs 加圧下），115°C（10 lbs 加圧下）の各温度において所定の時間加熱し，冷却後，加熱肉片の一部を一旦殺菌生理的食塩水中に混合懸濁せしめ，その上澄液1ccを葡萄糖ブイオン中に注入して30°C培養に附し，残存菌の生死を判定した。

実験結果は第4表に示す。この結果によれば，肉中の胞子濃度が10^3/gのときは，85°Cでは90分の加熱でも死滅せず，95°Cでは50分，100°Cで40分，105°Cでは30分，110°Cでは20～30分，115°Cでは10分の加熱で死滅するに至る。

Table 4. Thermotolerance of the bacteria isolated from the softened fish sausage

Time (mins.) / Temp. (°C)	10	20	30	40	50	60	90
85	+	+	+	+	+	+	+
95	+	+	+	+	−	−	−
100	+	+	+	−	−	−	−
105	+	+	−	−	−	−	−
110	+	±	−	−	−	−	−
115	−	−	−	−	−	−	−

なお，肉中の胞子濃度が10^5/gになると100°Cでは130分，105°C，40分でも死滅せず，110°Cで60分および115°C，20分の加熱で死滅し，前記10^3/g接種の場合に比しその耐熱性は増大することが明らかであつた。

3 考 察

本試験は魚肉ソーセージ中の耐熱性菌の耐熱度を知る目的で行つたので，菌種の決定については別に検討を加えなかつたが，とにかく前項1および2の実験結果よりも明らかなように，魚肉ソーセージ製品中には相当に熱抵抗性の強い細菌が存在することがわかる。

すなわち，市販魚肉ソーセージの正常品より，1株の桿菌を分離したが，その耐熱性は，ブイオン中の加熱においてすら90°Cでは80分の加熱に対しても耐えて残存し100°C，30分の加熱で漸く死滅するに至るほどで，その耐熱性は相当に強い。このような細菌は，肉摺身中では，なお一層その耐熱性を増大することが予想されるから，到底，現行の商業的殺菌条件（85°～90°C，60分加熱）では殺菌されず，製品中に残存することは当然なことである。

これに対し別に分離された球菌3株は比較的耐熱性が弱く，ブイオン中加熱では90°C，10分の加熱（中には80°C，10分の加熱でも）では完全に死滅してしまう。

横関[8]らは60°C以下における加熱処理直後の魚肉ソーセージ中には数多くの球菌類が検出されるが，これらは比較的耐熱性が弱いので65°以上の加熱製品では有芽胞桿菌のみが分離され，球菌は分離出来ないことをみているが，しかし，製品の貯蔵中の発育細菌の種類を検討した結果では80°C加熱の製品からも *Leuconostoc* 属または *Streptococcus* 属の球菌などが見出されたので，これらの球菌が加熱直後において分離されなかつたのは，死滅して存在しなかつたことによるものではなくして，きわめて少数であつたことによるものとしている。著者らの実験結果においても上記の各球菌は，その耐熱性は弱いようで，したがつて，製造時の加熱殺菌において完全に死滅するものと考えれば，これらの細菌は製造後において外部より侵入したものと考えることも出来るが，しかし，たとえばB菌では80°C，30分の加熱でも死滅せず，肉中加熱となると，さらに耐熱性の増大することが期待されるから，これらの球菌類が加熱に対して抵抗して，もともと製品中に存在していたものと考えても差支えないように思われる。赤松[39]も市販魚肉ソーセージ中に少数例ではあるが，球菌が存在することを見ている。

なお，上記の熱抵抗の強い有芽胞桿菌の耐熱性は，たとえば，横関ら[28]が焼竹輪の製造直後の残存細菌として分離している *Bacillus mesentericus* の耐熱性と近似し，同氏らの結果では同菌はブイオン中100°C，30分の加熱では死滅せず40分ではじめて死滅することをみている。

次に前項2の1）で検討した，膨脹製品表面の粘質物からの分離細菌群は球菌でしかもその耐熱性は小さく85°C，5分の加熱によつても死滅する。横関[20]によれば，膨脹型の腐敗ソーセージは主として *Lactobacillus* により惹起され，その熱抵抗性は弱いので，加熱殺菌後における二次的汚染によるものとしているが，著者らの結果では供試品の膨脹原因菌は球菌で，同氏のいう膨脹型よりもむしろ粘液蓄積型の腐敗を示す *Leuconostoc* あるいは *Streptococcus* に属するガス生成菌によるものではなかろうか。

次に軟化型の腐敗ソーセージからは85°C，30分の加熱に耐えて残存する有芽胞桿菌が分離された。前章Iの試験結果よりケース充塡前の魚肉ソーセージ摺身中に，10^3/g程度の耐熱性細菌が検出されたので，本試験においても，無菌ソーセージ肉中に同程度の分離細菌胞子を添加して，加熱殺菌したのに，85°Cで90分の加熱では死滅せず，85°Cで50分あるいは100°Cで40分の加熱で漸く死滅し，その耐熱性は，前項1の試験でみた正常ソーセージ品の残存細菌中のA菌（桿菌）に匹敵するほどである（A菌の耐熱性はブイオン中加熱によつた結果であるから，その肉中における耐熱性は軟化ソーセージよりの分離桿菌よりも，あるいは強くなるかも知れない）。本分離菌がはたして軟化原因菌であるかどうかについては別に確認試験は行わなかつたが，しかし，本菌の耐熱性の強さは，横関ら[22]が軟化原因菌として分離している *Bac. circulans* 類似菌と同じ程度である。

以上の結果より，魚肉ソーセージ中に残存する細菌の中には主に有芽胞の桿菌ではあるが熱抵抗の比較的強いものが分離される。これらの残存菌の完全殺菌を期するためには，その加熱殺菌の温度，時間条件の目標をどの程度におくべきであろうか。実際製造における殺菌時間は，工場作業の運営上60分程度を適当と考えれば，殺菌温度はどうしても100°C以上となり，たとえば軟化ソーセージよりの分離菌では105°C（3 lbsの加圧下）で40分間加熱しなければならないということになるが，たとえ完全殺菌を期し得ても製品品質の加熱による影響あるいはケースの耐熱性なども併せ考えなければならず，この点については次章において検討することとした。

III 加熱殺菌時における防腐剤の殺菌効果

清水ら[13]によれば，防腐剤の殺菌効力は加熱の併用により，さらに増大されるという。

著者らも魚肉ソーセージの混合摺身にフラスキンを添加した場合の残存菌数を，フラスキン無添加のものと比較し，清水らと同様の知見を得た。

1 実験方法

防腐剤のみを添加しない魚肉ソーセージ用の配合摺身を某工場に依頼して調製した。この摺身の一部にフラスキンを$\frac{1}{10万}$量添加し，肉厚の内径約9 mmの硝子管数本に密に詰め，その長さを5 cmとしてその両端を熔封した。なおフラスキン無添加の摺身も同様に密封し，これらの供試料を90°Cの湯中，および108°C（約5 lbs蒸気圧）の加圧下で所定の時間（0〜60分）加熱殺菌し急冷後，加熱後の残存菌数を常法の十進稀釈法による好気培養で測定した。

2 実験結果並びに考察

実験結果は第1図に示す如くである。

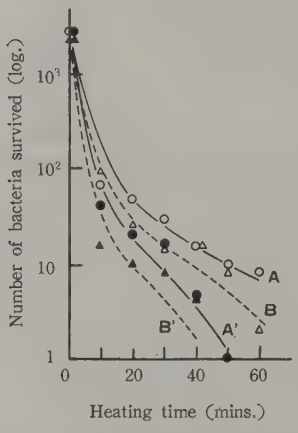


Fig. 1. Efficacy of nitrofrazon (''Flaskin'') to fish sausage after heat sterilization

○—○ A …… 90°C heating ⎫ Flaskin
●—● A′……108°C heating ⎭ non-added
△—△ B …… 90°C heating ⎫ Flaskin added
▲—▲ B′……108°C heating ⎭

この結果によれば90°Cおよび108°C加熱共にフラスキンの添加されている方が，無添加のものに比し，時間的に速かに細菌の死滅されていくことが明らかである。

なおその死滅過程において多少の階段が示され，加熱後10分までは急激な細菌数の減少が見られるが10〜40分の間では，死滅の速度がやゝゆるやかになる。これは横関[8]も見ているように加熱当初においては熱抵抗の弱い球菌類が急速に死滅され，加熱10分後においては有芽胞桿菌である耐熱性細菌のみが残存し，そのため細菌死滅の速度がゆるやかになるものと思われる。しかして，108°C加熱の場合に見られるように，これらの有芽胞菌も加熱時間がさらに長時間におよび40〜50分後になると急激にその数を減少するに至る。清水[17]らも*Bacillus mycoides*の胞子について加熱の当初においては，その死滅速度が小さいが，ある時間後において急激に増大することを見ている。

また，本実験のような，細硝子管に肉詰されたような場合においても商業的加熱条件である90°C，60分の加熱では完全に含有細菌を死滅させることは出来ず，残存細菌の耐熱性が非常に強いことが判る。フラスキン添加の場合108°Cでは約50分で完全に死滅したが，これは，前実験でみた軟化ソーセージよりの分離菌の耐熱性とほゞ匹敵し，このような耐熱性菌は澱粉，あるいは香辛料類中より由来するものであろう。

以上のように，加熱殺菌時においてフラスキンのような防腐剤が存在すると，摺身中の汚染細菌の死滅速度が増大することは確かであるが，しかしその残存菌数は同一時間で比較した場合同程度のオーダーを示し，その殺菌効果は防腐剤無添加のものに比しそれ程大きいとは思われない。それ故本実験とは異なる実際の製造条件下では，ケースの大きさにもよるではあろうが，それ程残存菌数に大差を生ずることは期待されず，この点，宇野ら[15]あるいは横関[16]の結果が妥当なものと思われる。

しかし防腐剤の添加により，製品の貯蔵性は増大せしめられることは確かなこととされているから[11]，加熱後の残存細菌は，防腐剤の静菌力によりその発育を抑制されることは事実であろう。

IV 魚肉ソーセージの熱伝導試験

魚肉ソーセージの加熱殺菌時における熱の伝わり方については，天野ら[23]，あるいは松井ら[40 41]および静

岡水試[42]の報告があるが，加熱温度あるいはケースの大きさなどによつて多少相違がある。

著者らは本研究を通じて対象とした魚肉ソーセージの加熱殺菌時における熱伝導様式を検討し，前章IIの魚肉ソーセージ汚染細菌の耐熱性試験結果と併用して，完全殺菌時間を検討する基礎資料とした。

1　実験方法

供試魚肉ソーセージ摺身は某製造工場で配合されたものでその寸法は，直径3cm，長さ16.5cm．内容量132gライファン・ケース詰めのものである。摺身中澱粉は10%，砂糖は1.6%含有されている。ケース充塡後，片一方の末結束部より熱電対を挿入し，その片端をソーセージの中心部に位置せしめ，緊縛した。

これを温湯又は加圧レトルト中に入れ，加熱温度は90°C±2°Cおよび98±1°C（沸騰水中加熱）並びに105°C（レトルト内3 lbs蒸気圧下）とし，加熱時間は何れも60分とした。なお加圧殺菌の場合には所定の蒸気圧力に達してから60分加熱した。加熱後，経時的にソーセージ中心部の温度測定を行つた。

なお，参考として同じ工場で配合された魚肉ハム（角ハム）についても同様の実験を行つた。このものの寸法は，4×4.5×9cmで内容量は107g，ライファン・ケース詰のもので澱粉は10%含有されたものである。

2　実験結果

魚肉ソーセージについての結果は第2図に，また角ハムの結果は第3図に示す。

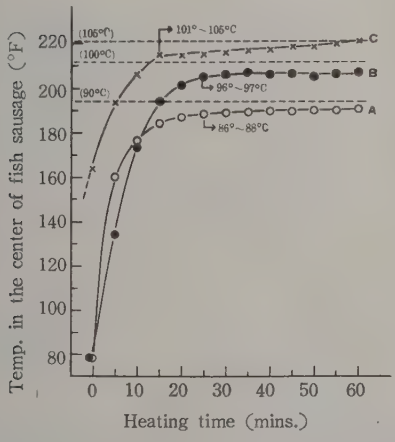


Fig. 2. Curve of heat penetration of fish sausage

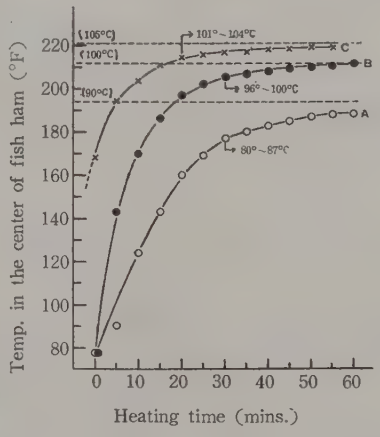


Fig. 3. Curve of heat penetration of fish ham

○—○　A…　90°C heating
●—●　B…100°C heating
×—×　C…105°C heating

○—○　A…　90°C heating
●—●　B…　100°C heating
×—×　C…　105°C heating

この結果によれば，魚肉ソーセージでは90°C加熱のときは，加熱開始後25分で86°Cに達し，以後35分間は86°～88°Cを保持する。また100°Cの沸騰水中加熱では25分後で96°Cに達し，以後35分間は96°～97°Cを保持する。なおまた105°C加熱では15分後（この場合，レトルト内が3 lbs蒸気圧に達するまでに約3分間を要し，この点より中心部の温度測定を行つた）に101°Cを超え，以後45分間は101°～105°Cを保持する。

また角ハムでは，魚肉ソーセージの場合より熱伝導が多少劣り，90°C加熱では最後の30分間が80°～87°C，100°Cでは同じく終りの30分間が96°～100°C，105°Cでは最後の40分間が101°～104°Cを保持する。なお105°C加熱の場合，ライファン・ケースの破損はみられなかつた。また，100°C以上の加熱においては，魚肉ソーセージおよび角ハム共に官能的にも肉質および品質の低下を来たすことは明らかであつたがこれについては後記する。

以上の結果にみるように，魚肉ソーセージにあつては，実際製造における90°C，60分の加熱条件下では，その中心温度が87°C前後に35分間保持されるわけである。この結果は天野ら[33]の結果とも一致し，同氏らの場合には直径3.5cm（本試験では3.0cm）の魚肉ソーセージの場合，90°C加熱では30分後において，その中心温度が約88°Cに達し，以後30分間は同温度に保持されるという。

前章IIで検討したように，この種の魚肉ソーセージ変敗品の分離細菌中には摺身中で加熱された場合85°Cで90分の加熱に対しても死滅しないものかあつたから，上記の結果からもこの様な細菌は，当然，ソーセージ製了後においても製品中に残存していたもので，結束部よりの第二次的な細菌の侵入により汚染されたものではないと思われる。

V 魚肉ソーセージの適正殺菌時間について

前章IIにおいて魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌の熱抵抗性を検討し，またIV章においては，種々の加熱殺菌温度における魚肉ソーセージの熱伝導曲線を測定したが，これらの結果より罐詰の殺菌加熱時間の算出法として用いられる Ball の理論[43]によつて，魚肉ソーセージの殺菌加熱時間を算出してみた。

IV章第2図の熱伝導曲線はブロークン加熱曲線に属する熱伝播を示すので，いわゆる General method により計算を行つた。

Table 5. Lethal rate value of the thermotolerants isolated from the softened fish sausage at heating of 90°C

Heating temp. (°C)	95	100	105	110	115
Thermal death time (mins.)	50	40	30	20	10

殺菌対象とする耐熱性菌は，前章IIにおいて得た結果のうち，比較的実際条件に近い結果として第4表記載の軟化型の腐敗ソーセージよりの分離菌を想定し，次の第5表に，この場合における加熱温度と細菌致死時間との関係を示した。

細菌の死滅時間 $T_{\theta m}$ と加熱温度 θ_m(°F) との間には Arrhenius の法則により次の関係がある

$$\log \frac{T_{\theta m}}{T_{\theta'}} = \frac{\theta' - \theta_m}{z} \quad \cdots\cdots (1)$$

但し(1)式中，$T_{\theta'}$ は標準加熱温度 θ'（普通 250F ）における致死時間で，z は log T_θ と θ との直線関係の傾斜の度合を示す係数である。

すなわち第5表の結果より log T_θ と θ との関係を図示すると第4図に示すような直線関係となる。

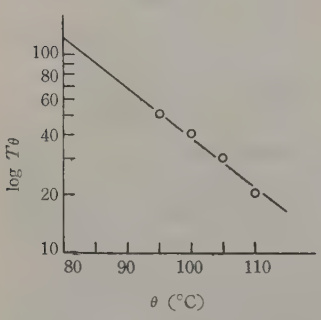


Fig. 4. Relation between log T_θ and θ

いま第5図の左側に前章IVで得られた90°C加熱の場合の熱伝導曲線（第2図参照）を再録する。すなわち縦軸 y にソーセージの中心温度（F°），横軸 x に加熱時間（分）をとる。この図の右側に，縦の y' 軸は y 軸と同じスケールにして細菌の加熱温度をとり，横の x' 軸には加熱致死時間をとつて第5表の結果に基ずいて細菌致死曲線を画く。この場合95°C（203°F）以下の細菌致死時間は第4図の直線関係より大体推定することが出来る。

次に x' 軸上の各時間の逆数をとつたものを加熱致死率価（Lethal rate value）とし，上部の x'' 軸に画く。

この第5図において，左側にある加熱時間の点より垂線を立て，熱伝導曲線との交点を求めこの交点より x' 軸に平行に線を延ばして右側の加熱致死曲線との交点を求める。この交点より，更に上部へ垂線を立て x'' 軸上の加熱致死率価を求める。これにより魚肉ソーセージをある温度にお

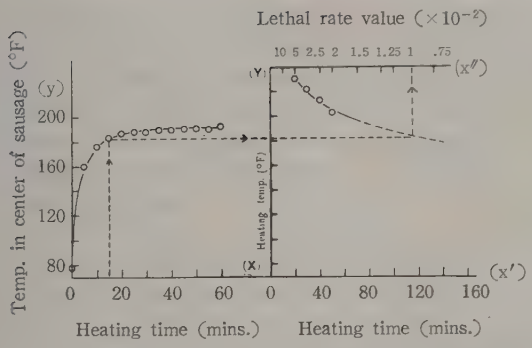


Fig. 5. Adequate processing time of fish sausage in the processing at 90°C

いて加熱した場合の各加熱時間における細菌の致死率価が知られる。

こゝで第6図に示すように，縦軸に加熱致死率価を，横軸に魚肉ソーセージの加熱時間をとり，加熱致死率曲線（Lethality curve）を画く。この場合，前記のx-yの関係を示す熱伝導曲線上では，ソーセージの加熱時間が60分では殺菌不足でさらに加熱時間を延長せしめなければならないことは明らかであるから，第6図の致死率価も，ソーセージの中心温度が定常を保つ約50分以後においては一定の価を保持する。

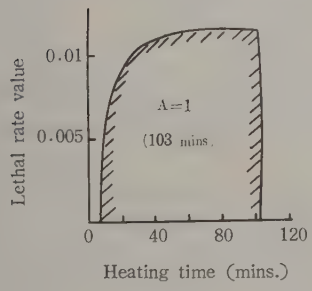


Fig. 6. Lethality curve of bacteria isolated from softened fish sausage

この加熱致死率曲線下の面積は細菌の致死量に比例し，前記の General method では，殺菌加熱における細菌の致死量Aと時間tとの関係は次式で表わされる。

$$A=\int Ldt=KS \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

但し（2）式中Lは各加熱温度における細菌の致死率価で前記のように細菌の加熱致死時間の逆数である。またSは細菌の致死率価曲線の下の占める面積（cm²），Kは常数である。

こゝでもし，$L=1$をm（cm）で示し，時間d分が1cmであるようにグラフの尺度をとると（2）式は次式で表わされる。

$$A=S\cdot\frac{d}{m} \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

この場合$A=1$であることは殺菌が過不足なく行われたことを意味する。故にこの致死率価曲線の下の面積Sを各時間毎にプラニメーターで測定し，細菌の致死量Aを求め，$A=1$になるような加熱時間を求めれば，加熱殺菌に必要な加熱時間を知ることが出来る。

いま上記の90°C加熱の場合の加熱殺菌時間と致死量Aとの関係を示すと次の第6表に示すようになる。

この結果より，90°C加熱の場合には約103分後において致死量（A）は1となり，この時間で殺菌が完全に行われることになる。

Table 6. Relation between the lethality (A) of bacteria and the heating time

Processing time (mins.)	L	S (cm²)	$\int S$	A
10	0.00637	0		
15	0.00870	3.77	3.77	0.037
20	0.00982	4.63	8.40	0.084
25	0.01009	4.98	13.38	0.134
30	0.01019	5.08	18.46	0.185
35	0.01041	5.15	23.61	0.236
60	0.01135	5.62	50.77	0.508
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
103.4			100.00	1.000

第7表には100°Cおよび105°C（3lbs加圧下）加熱の場合について前同様に計算した結果を併示した。すなわち100°Cでは63分，105°Cでは44分の殺菌時間を要し，これにLang[14]の云う安全率20%を加算すると90°Cでは124分，100°Cでは76分，105°C（3lbs）では53分となる。なお，魚肉ハムの加熱殺菌時間についてはこゝに対象として考

Table 7. Adequate processing time of fish sausage

Processing temp. (°C)	90	100	105 (3 lbs press.)
Adequate processing time (mins.)	103	63	44
Safty processing time (mins.)	124	76	53

えた魚肉ソーセージ腐敗菌も魚肉ハムの腐敗原因菌として考えられるから，前章IVの第3図の各熱伝導曲線に基ずいて，前同様に安全殺菌時間を計算してみると，90°C 加熱の場合には 151分，100°Cおよび105°C 加熱の場合には，ソーセージの場合と同様にそれぞれ76分および53分と計算された（安全率を算入して）。

既述のように横関らは[22]，魚肉ソーセージの軟化原因菌について，寒天培液中の加熱においてすら100°C 60分に耐えることをみており，また井野[29] もサメ肉を原料とした魚肉ソーセージ中に極めて熱抵抗の強い *Clostridium* 属の嫌気性細菌を検出しているから，上記第7表に得られた結果が適正殺菌時間として果して妥当なものであるか否かについては，なお今後の実際的な検討を要することは云うまでもない。しかし，商業的な殺菌条件として 105°C（3 lbs 加圧下）60分程度の殺菌が製品々質上許されるならば，この程度の殺菌操作は当業者間において容易に実施され得る問題であろう。

VI 魚肉ソーセージの加熱殺菌温度と品質との関係

前章IIにおいて検討したように，魚肉ソーセージ中の汚染細菌を完全に殺菌するためには，商業的加熱殺菌時間として60分を適当とすれば，100°C以下の温度では更に長時間を要することとなるので，100°C以上の高温殺菌が必要となる。

しかしIV章の熱伝導試験でも観察されたように，加熱温度が100°C以上になると製品の品質は官能的にも著しく低下し，特に製品の弾力の低下，色沢および香気の損失，焦臭の附加などの悪影響が現われる。しかしこの場合，使用ケースの種類によつては，それほど品質低下がおこらない場合もあることを経験したので，本試験においては，加熱殺菌温度と品質の関係を検討すると共に，特にケースの種類が加熱後の品質に及ぼす影響をも併せ検討した。

1 実験方法

某魚肉ソーセージ工場において調製された配合摺身をライファン，サラン，クレハロンおよびハイゼックスの各ケースに充塡した。各ケースの直径は統一化されたものを入手することが出来なかつたが，ライファンは直径3 cm，厚さ0.04 mm，クレハロンは直径3.5 cm，厚さ0.04 mm，ハイゼックスは直径 5.5 cm，厚さ0.04mmのものを使用した。

充塡，結束後の長さはハイゼックス以外は市販品と同じく16.5 *cm*とし，ハイゼックスのみは12 *cm*とした。上記の各充塡ケースを，それぞれ 90°C，100°（沸騰水中），ならびに 105°C（3 lbs の加圧レトルト内）で加熱し，加熱時間は工場における加熱条件と同じく45分間とした。加熱殺菌後，急冷（約20分）し，ライファンでは縦伸しを行い，約24時間室温に放置後，その肉質の弾力性を検討した。これは松本ら[45] あるいは岡村ら[46] の実験に見るように，加熱製品の弾力性は加熱後24時間では一定常に達することが明らかとされているからである。

なお本試験に用いたソーセージと全く同じ配合による工場製品（ライファン・ケース詰，90°C，45分間加熱製品）についても，その弾力性を検し，対照とした。

弾力性の判定は，松本ら[45]，志水ら[47] 並びに立木ら[48] の方法によつた。すなわち松本らの方法では，一定の直径（本試験では0.7 cm）を有するプランジャーが，固定容器中におさめたソーセージの水平表面を破断するに要する荷重量を求め，これを破断強度（Breaking strength）としている。著者らも破断強度はこれにならつた。上記の球形のプランジャーのみを取り外して，代りに刃渡り2 cmのクサビ状のプランジャー（刃の厚さは底面で約1 mm，底面より約1 cm上部では0.5 cm）に取り換え，この先端がソーセージの表面を切断

して突刺されるときの荷重量を求め，これを仮りに切断強度（Cutting strength）として表わした。次に志水らの方法では，1 cm²の断面を有するソーセージ片を片一方から引切るときのスプリング秤にかかる力を測定するものでこれを破断応力（Breaking stress, 単位は g/cm²）として表わしている。著者らもこれと同様の測定を行つた。また立木らの方法では，いわゆる水検式弾力測定装置による捻切り角度（Angle of twist）および引きちぎれるまでの伸長度（Breaking strain, 単位は mm）を測定するもので，これには1 cm（巾）×0.8 cm（厚さ）×3.0 cm（長さ）の長方形のソーセージ切片を左右の両ツマミに固定して測定を行つた。

なお測定試験の切片をソーセージ製品から切りとるときには，各測定法に応じて，その切断方向あるいは測定面などをすべて同じように統一して行つた。

2 実験結果並びに考察

実験結果は第8表に示す如くである。

Table 8. Relation between the elasticities of fish sausages in several kinds of cases and their heating temperatures (heating time, 45 mins.)

Cases	Processing temp. (°C)	Breaking strength (g)	Cutting strength (g)	Breaking stress (g/cm²)	Angle of twist	Breaking strain (mm)	Remarks (Size of case used)
"Kureharon"	90	162	54	280	210°	16	Dia. 3.5 cm
	100	88	28	140	190°	10	Length 16.5 cm
	105	88	19	140	140°	10	Thickness 0.04 mm
"Saran"	90	154	50	160	180°	10	D. 3.0 cm
	100	149	38	160	180°	10	L. 16.5 cm
	105	90	3	80	120°	5	Th. 0.065 mm
"Hydix"	90	94	21	180	180°	10	D. 5.5 cm
	100	71	0	140	120°	5	L. 12 cm
	105	70	0	140	110°	5	Th. 0.04 mm
"Ryphan"	90	130	14	100	150°	8	D. 3.0 cm
	100	24	2	0	140°	8	L. 16.5 cm
	105	0	0	0	90°	8	Th. 0.04 mm
Control: Ryphan (Commercial sausage)	90	108	14	140	160°	9	Ditto

この結果によると，ライファン・ケース詰の例に見るように90°C，85分間の加熱では対照の工場製品と比較し，その肉質の弾力性を表わす各測定値は大差なく，品質的には同等の価値を有するが，100°C加熱では各数値は著しく減少し肉質が柔軟となり，特に105°C加熱では破断強度，切断強度および破断応力などは，全く測定出来ない程になる。これは高圧加熱によりケース内の摺肉自体が膨張し，その組織が破壊されるに外ならない。

ライファン以外のケースにおいても，加熱温度が100°C以上においては，全般的にみて90°C加熱の場合に比し，各測定値が減少し，製品の弾力性が低下する傾向が見られるが，しかし，サラン，クレハロン・ケース詰のものでは，ライファン・ケース詰のものにみられたほどの著しい品質の低下はみとめられない。殊にクレハロン詰のものでは100°C加熱と105°C加熱製品とでは全くその弾力性は変らず，またライファン詰のものと同一直径，同一肉詰量であるところのサラン詰のものでは，同じ90°C加熱でも，その製品の弾力性は

サラン詰の方が優れており，かつ90°Cと100°C加熱製品との弾力性の相違はほとんどみられない。

ハイゼックス詰のものについては，本製品が直径5.5cmで，他のケースとの相違が大きいので，相互比較は困難であるが，加熱温度の上昇に伴う各測定値の減少程度から判断すれば，このケース自体はライファン並か，あるいはそれよりやゝよい程度の保全効果を示すにすぎないように思われる。なおハイゼックス詰のものでは，100°C以上の加熱ではしばしばケースの破損を来たすことがあつた。

以上のようにクレハロン，サランなどの塩化ビニール系のケースに詰めたものは，ハイゼックス（低圧ポリエチレン）あるいはライファン（塩酸ゴム）ケースに詰めたものよりも，加熱温度の上昇による品質の低下が小さいが，これはクレハロン，サランなどの抗張力がハイゼックス，ライファンに比し大きいこと，また反対にハイゼックス，ライファンは抗張力は小さいが，伸張度が大きい性質を示すこと[2]などより考えて，ケース中の肉摺身の膨脹に対し，クレハロンあるいはサランなどが，相当の抵抗を示すことによるものと思われる。

このことより，魚肉ソーセージのケース内の摺身の膨脹を抑制して加熱することは，加熱後の品質の低下に対しては保護的に作用することが判る。

なお本実験においては，製品の弾力性に主眼をおいて検討したが，色沢，香気などは，やはり加熱温度が100°Cに及ぶと，かなりの変色あるいは損失を招くことが認められた。しかし，クレハロン，サランなどのケースに詰めたもので，加熱後における製品の弾力性が，ライファンあるいはケース詰のものに比し良好であつたものにおいては，その色沢，香気も割合によく保全されており，このような点においてもケースの種類差による優劣の差があるものと思われる。

VII　魚肉ソーセージの高温殺菌時における内部膨圧

V章において検討したように魚肉ソーセージの完全殺菌を期するためには，100°C以上の高圧蒸気による加熱殺菌が必要で，少くも3 lbs（105°C）で60分程度の殺菌操作の行われることが望ましい。しかしVI章においてみたように，100°C以上の高圧殺菌によつた場合，ソーセージ・ケース内の内部膨脹によりまた肉質自体の膨脹によりケースの種類によつては破損をきたし，且つ肉質が脆弱化し，また色沢，香気も損失されてその品質が低下する。

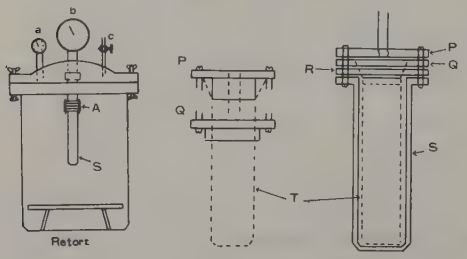


Fig. 7. An apparatus to estimate inner expansion pressure in a case of fish sausage

P, Q ··· Metal ring for setting of sausage case
R ··· Metallic liner
S ··· Metallic retainer
T ··· Sausage case
A ··· Setting position of retainer
a ··· Gauge for retort
b ··· Gauge for sausage case
c ··· Safety valve

著者らは，この高圧殺菌下においてケース内に発生する内部膨圧を，瓶詰食品の殺菌例[19]にみるように加圧空気の送入により抑圧しながら加熱殺菌すれば，ケースの破損も肉質の脆化も防止できると考えた。

ここにおいて，まず高圧殺菌下における内部膨圧の測定を行い将来における加圧殺菌の場合の基礎資料とした。

1 ケース内に水を充填した場合の内部膨圧

(1) 実験方法

1) 内部膨圧測定装置

まず予備実験として，二・三種のケース内に水を封入し，高圧加熱を行つた場合の加熱圧力と内部膨圧との関係について検討した。

内部膨圧の測定は第7図に示すような装

置を作つて行つた。すなわち，まずPおよびQの二つの鉄製リングからなるソーセージ・ケース取付用具に図に示す要領でケースを取付け，ナット締して固定する。Qリングの下部の突端をRの真鍮リングにはめ込み，次いでSの真鍮製リテーナー（厚さ4 mm）中におさめる。P，Q，RおよびSは，それぞれ相重ねられたまま，3ヶ所においてナット締めされる。水を上部のねじ込み孔より注入し，満水させ，この取付部全体をレトルト内のA部にねじ込みにより取付け固定する。

なお，真鍮製リテーナーとソーセージ・ケースとの間には側面において約1 mm，底面においては結束部の突出面の障害により約3～5 mmの空隙が生ずる。しかし，側面に薄板よりなる鋼製リングをはめ込んで密着状態として加熱した場合には，ソーセージ・ケースの内圧が底面の空隙部の方向に働くので，ケースの破損を来たすことが多かつた。すなわち，ソーセージ・ケースと真鍮リテーナーSとの間には，多少の空隙を残しておいた方がよい。このため，ソーセージ・ケース内の内部膨圧の真の値があるいは得られないかも知れないが，その近似値は得られ，且つ，加熱圧力，時間等に対する相関々係はあまり影響されないものと考えた。なお，A部の取付部より，内圧測定用ゲージとの導管中の空気を排除するという特別の工夫は行わなかつた。これは，供試水の中にも，また，実際のソーセージ摺身中にも空気が含有されており，結果的には，何れも同じことと考えたからである。

2)　実験法

ケースは，ライファン，クレハロン，およびハイゼックスの3種類とし，何れも径3 cmのものを包装紙会社に依頼して特別に作成してもらつた。長さはレトルトの寸法上10 cmに限定した。

上記の要領で装置内に水を充塡したケースを取付け，2～15 lbs/平方吋内の所定圧力で一定時間蒸気加熱し経時的にレトルト圧力とソーセージ・ケース内圧とを測定した。

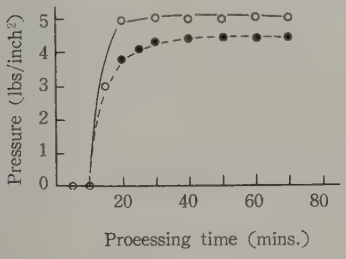


Fig. 8. Variation in the pressures in a Kureharon case of fish sausage during heat processing of 5 lbs pressure (stuffed with water)
○—○　Pressure in retort
●—●　Inner press. in Kureharon case

と変らない。このような関係は他の加熱条件の場合においても同様であつたが，時にはケース内圧が加熱時間の増大につれて，漸減する現象がみられた。特にライファン・ケースの場合は，加熱後のケースの収縮弛緩が激しいようで上記の現象が起きやすい傾向を示す。

次の第9図は各ケースについて得られた加熱圧力すなわちレトルト圧力とケース内圧との関係を示す。これは，加熱開始後30～40分

(2) 実験結果並びに考察

次の第8図は，クレハロン・ケースに水を充塡して，5 lbs加圧下で加熱した場合の結果を示す。この結果によれば，レトルト圧力は加熱開始後20分で定常値5 lbsに達し，ソーセージのケース内圧は約30分後に4.3 lbsを示し，以後70分までの加熱では多少の圧力変動がみられたが，両者の圧力はほぼ比例的な増減を示して変化した。すなわちこの場合にはレトルト圧力＞ケース内圧の関係を示し，その圧力差は0.7 lbsで加熱30分以後においては，この圧力差はほとん

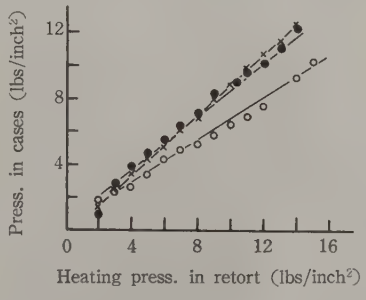
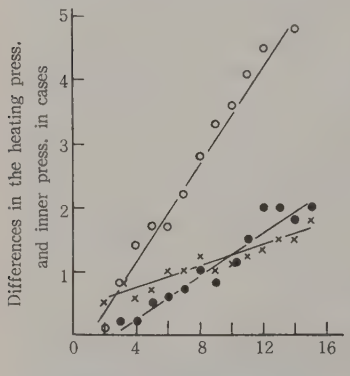


Fig. 9. Relation between heating pressures and inner pressures in cases of fish sausage
×—×　Kureharon
●—●　Ryphan
○—○　Hydix

後において一応ケース内圧が定常となつた時における各測定値より図示されたものである。

この結果では，加熱圧力が15 lbs/平方吋までは，ケースの種類に拘わらず，レトルト圧力＞ケース内圧の関係が示され，且つ，ケース内圧と加熱圧力との関係は，直線関係で表わされる。しかして，クレハロンとライファンとは，ほぼ近似した直線関係を示すが，ハイゼックスは前二者に比し概して低いケース内圧を示す。

第10図はレトルト圧力とケース内圧との差を加熱圧力（レトルト圧力）に対してプロットしたもので，これより加熱圧力が2～15 lbsの範囲において増大するにつれて，レトルト圧力とケース内圧との差もまた増大するが，クレハロンとライファンは，0～2 lbsの比較的低い圧力差を示すのに対し，ハイゼックスは0.5～5 lbsの大きい圧力差を示して変化することが判る。



Heating press. in retort (lbs/inch²)

Fig. 10. Relation between the heating pressures and differences in the heating pressures and inner pressures in cases of fish sausage

×—× Kureharon
●—● Ryphan
○—○ Hydix

このように本試験の結果では，レトルト圧力＞ケース内圧の関係が示されたが，この理由については，ケース自体の物理的性質またケース内の水の温度と加熱蒸気温度との温度差並びにケース取付部の上部空隙などが考慮される。

ケース内の水の温度と，レトルト内の蒸気温度との差については，今回の試験では，特別に測定工夫は行わなかつたが，ソーセージ・ケースの外側の真鍮製リテーナーの厚さが4 mmの肉厚のことでもあるので，ある程度の温度差が生じていたかも知れない。この点については，温度測定の出来るように装置を改良して今後，検討してみたい。

また，ケース取付部より圧力ゲージに至る導管中の上部空隙量がケース内圧に影響することの大きいことは確かであつて，装置の設計上出来るだけ小さくするようには工夫したが，しかし皆無にすることは困難であった。しかし罐詰，瓶詰類の内部圧力の測定においても，圧力ゲージまでの導管中の空隙は大なり小なり存在するから，この点においては条件は同じであろう。

著者らは第9図あるいは第10図に示されるようにケースの種類によつて，レトルト圧力とケース内圧との関係に差異のある事実より，ケース自体のもつ熱に対する抵抗性がレトルト圧力＞ケース内圧という関係に影響することが最も大きいものと考える。前記したように，ソーセージ・ケースと外側の真鍮ケースとの間に側面で約1 mm，底面で約5 mmの空隙を残して本測定を行つたのであるから，加熱中においてケースが内容物と共に膨脹することは確かであろうし，また加熱当初においてケース内圧の変動がみられたことから，一旦膨脹したケースが温度の上昇に伴つてその物理的性質にかなり変化が生じたことは，加熱後においてとり出したケースが変形していたことよりもうかがえる。すなわち加熱後のケースの変形の著しかつたのは，クレハロン（幅には変化はなかつたが，長さがはじめの約3%に収縮）およびライファン（幅は約3%，長さは1%に収縮）で，ハイゼックス（やゝ膨脹気味ではあるが幅および長さにはあまり変化がない）は比較的良好であつた。第9,10図にあつて，クレハロンおよびライファンが圧力変化に対し同じような傾向を示し，且つハイゼックスに比し，全般的に高いケース内圧を示したことも前二者の収縮性が関係しているものと思われる。なお，その外にケース表面における蒸気の透過性も考慮され，この点罐詰，瓶詰食品などと比較しても機構的にみて複雑である。

2　ケース内にソーセージ擂身を充填した場合の内部膨圧

(1) 実験方法

前記と同じ方法によりケース内にソーセージ摺身を充塡した場合について検討した。使用ケースはライファン1種とし，加熱圧力は2～8 lbs/平方吋，加熱時間は60分とした。なおソーセージ摺身を取付ける場合，摺身表面にガーゼをおいて肉質が加熱膨脹によりゲージへの導管中に押出されることを防止した。しかし実際にはそれほど著しい導管中への圧出はみられなかった。

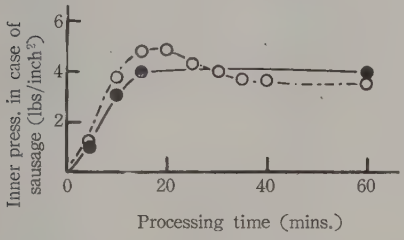


Fig. 11. Variations in the inner pressures of Ryphan case of fish sausage during heat processing at 4 lbs pressure (stuffed with minced fish meat as the raw material of fish sausage)
●—● Pressusre in retort
○—○ Inner pressure in a Ryphan case

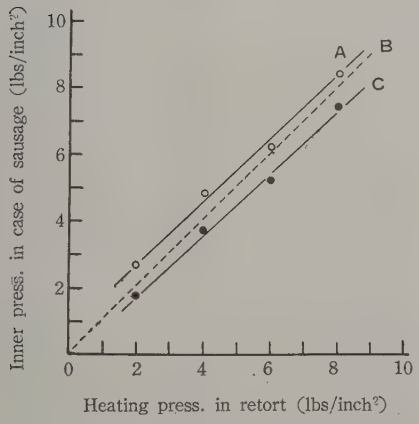


Fig. 12. Relation between heating pressures and inner pressures in Ryphan cases of fish sausage
○ ·○ A, After the heating pressure attained to constant
●—● C, After sterilization of 60 minutes
····· B, Equi-pressure line (at equilibrium of inner pressure of sausage and heating pressure)

(2) 実験結果並に考察

4 lbs加熱の場合の実験例を第11図に示す。加熱当初においてはソーセージ・ケースの内圧がレトルト圧力よりも大きな値を示して変化するが加熱圧力が定常値に達した後においては時間の経過につれて漸次ケース内圧は低下し，ついにはレトルト圧力よりも小さくなる。このような傾向は加熱圧力が増大すると漸次みられなくなり且つレトルト圧力とケース内圧との差はやや小さくなる。

第12図は加熱圧力（レトルト圧力）とケース内圧との関係を示し前記の水封入の場合と同様に直線関係で表わされる。しかし図中B線はケース内圧とレトルト圧力とが相等しい場合の等圧線を示し，A線はレトルト圧力が定常に達したとき，C線は加熱60分後における相互関係を示したものである。これより明らかなように，加熱当初においてはA線はBの等圧線の上位にあり，すなわち，ケース内圧＞レトルト圧力の関係を維持するが，加熱時間の経過につれて漸次ケース内圧は低下し，60分後においてはB線の下位C線で表わされレトルト圧＞ケース内圧の関係に逆転する。しかしA，C直線はほぼ平行的な関係にあり，ケース内圧とレトルト圧力との差は加熱圧力の増加にも拘らずほぼ0.4～0.6 lbs の一定値を示し大差がない。さきに谷川[50]はミンスド・スキッドの罐詰について上部空隙量と巻締真空度を一定にした場合，罐内圧＞レトルト圧の関係を示し，且つその圧力差は加熱圧力の増大に対し影響されず，ほゞ一定の 10 lbs圧を示すことをみたが，上記の関係もこれと同様である。たゞソーセージの場合はその圧力差が小さく，上記の結果にみるように，加熱殺菌中のケース内の圧力変動を考慮に入れゝば加熱圧力とケース内圧とはほゞ同値を示すと考えることも出来る。なお加熱当初においてケース内圧がレトルト圧力より増大する理由の一つとして，摺身内部の含有空気の存在があげられるであろう。しかしてその後ケース内圧の低下するのは，ケース自体の機械的性質の変動によるものではなかろうか。

以上の結果にみるように，魚肉ソーセージの高圧殺菌において，ケース内部に発生する圧力は加熱圧力と大差を示さず，罐詰・瓶詰の例によるような大なる過剰圧力を示すことはない。この理由としてケースの物

理的性質が大きく影響しているものと思われるが，その細目について検討することは仲々困難である

3 加熱後の肉質変化について

前章VIにおいて検討したように，魚肉ソーセージを100°C以上の高圧レトルト中で直接的に加熱殺菌するときはその肉質が甚だしく脆弱化する。殊にライファン・ケース詰めのものは品質の低下が著しいものであるが，今回の試験のように，ソーセージ擂身を充塡したケースを金属製の枠（真鍮リテーナー）の中に入れ，その加熱による膨張を抑圧して加熱した場合には，その肉質の脆化が少なく，且つ色沢の変色，香気の損失なども亦少ないことが特に注目された。次の第9表は本試験の装置内において種々の加熱条件下で加熱された魚肉ソーセージの弾力性をVI章記載の方法および要領により測定したものである。同表中対照品はVI章において得られたものであるが，ソーセージ擂身の配合割合には大差はない

Table 9. The elasticity of fish sausage in Ryphan case after the heat sterilization in retainer (1)

Heating condition	Pressure in retort (lbs/inch²)	Processing time (mins.)	Breaking strength (g)	Breaking strain (mm)	Angle of twist	Breaking stress (g/cm²)
High temperature processing (in retainer)	2.5	90	105～110	10	180°	160
	3	20	90	9	140°	260
	3	30	120	14	160°	160
	3	60	115	13	170°	80
	5	60	90	9	160°	20
	5	90	115～120	12	220°	100
	7.5	60	45	10	150°	100
	7.5	90	52	14	160°	0
	10	30	45	7	150°	20
	10	60	30	9	190°	0
Control (Non-retainer)	Ryphan 0 (90°C)	45	108	9	160°	140
	3	45	0	8	90°	0
	Kureharon 3	45	88	10	140°	140

この結果によれば真鍮リテーナーに入れて高圧殺菌された場合においても加熱圧力の増大につれて破断強度（Breaking strength）および破断応力（Breaking stress）などは漸次低下し，肉質の脆化する傾向がみられるが，しかし10 lbs加熱のものにおいてさえ対照の3 lbs（ライファン・ケース詰）加熱のものに比し数値的にも，また官能的にも優ることは確かであった。同じ3 lbs加熱のものでは，真鍮製リテーナーに入れて加熱したものの方が明らかに品質がよく保全されており，対照の90°C加熱のものの（工場製品）と比較しても肉質的には同等であった。なお注目されることは，クレハロン・ケース詰めた対照品で，これは3 lbs高圧レトルト中で直接的に加熱されたものであるにも拘わらず，このものの弾力性は真鍮製リテーナーに入れて同じ圧力下で加熱されたライファン・ケース詰めのものと同等の値を示すことである。この場合のクレハロン・ケースは直径3.5 cmのものでライファン・ケースは3 cmのものであったから熱浸透の点において多少の相違はあることと思われ，なお検討を要するが，しかしクレハロン・ケースは確かにその収縮性と，抗張力の点において高圧殺菌用のケースとして適当しているものと思われる

以上の結果より，魚肉ソーセージの加熱に際し金属製のケース内に封入して加熱すれば相当温度の高圧殺菌に対しても，よくその品質を保全することが明らかである。

VIII 金属製ケース内に魚肉ソーセーシを入れて高圧殺菌した場合の肉質の変化

[illegible]

Fig. 13. A retainer for processing of fish sausage

1 実験方法

次の第13図に示すようなブリキ製のリテーナー（厚さ0.3 mm）を作成し，この中に加熱前のソーセージ・ケースを入れて高圧殺菌してみた。この試験 [illegible] ーとの間が密着したような状態では結果は不良で，[illegible] がよかつた。本試験ではライファン・ケース詰めのものを用い，ソーセージ摺身充塡後のケースの直径 3.1 cmに対し，ブリキ・リテーナーの内径は 3.3 cm とした。この程度のブリキ・ケースでは10 lbs 加圧殺菌の [illegible] 8 lbs [illegible] 3～7.5 lbs, [illegible] 30～60 [illegible] VI [illegible] した。

[illegible]

Table 10. The elasticity of fish sausage in Ryphan case after the heat sterilization in retainer (2)

Heating pressure (lbs/inch²)	Heating time (mins.)	Breaking strength (g)	Angle of twist	Breaking strain (mm)	Breaking stress (g/cm²)
3	30	100～125	200°	10	140
3	45	100～105	180°	8	80
5	45	140～180	140°	12	140
7.5	30	110～120	150°	10	100
7.5	60	120～130	120°	10	102
Control: 0 (90°C)	45	108	160°	9	140
3 (Non-retainer)	45	0	90°	8	0

2 実験結果

[illegible] 第10表に示す如くである。[illegible] 3～7.5 lbs [illegible] 前記第9表の対照品である [illegible]（90°C加熱）と比較 [illegible] 5 lbs以上の高圧殺菌 [illegible] 変化をはげしくするものと思われ，概して不良であつた。

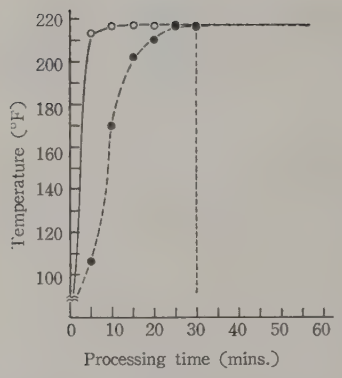


Fig. 14. Variation of the temperatures in the center of fish sausage held in the retainer during processing (3 lbs pressure)
○—○ Retort temperature
●···● Temperature in center of sausage

なお次の第14図に3 lbs加熱の場合の熱伝導試験結果を示すが，加圧レトルト内の温度と，ソーセージ中心温度とは加熱開始後約25分後において，またレトルト圧が3 lbsに達してからは15分後において一致する。しかし5 lbs および7.5 lbs加熱の場合においても，上記の関係は変らなかつた。

前章Vの魚肉ソーセージの適正殺菌時間として算出された3 lbs, 53分という加熱条件の中には，レトルト温度とソーセージ中心温度が一致するまでの時間的づれとして，上記の程度の時間の遅れは見込まれてあるから，本実験条件下の3 lbs, 60分の加熱は一応完全殺菌時間としては妥当なものと思われる。なお，本試験において使用したブリキ製リテーナーは 5 lbs 以下の高圧殺菌下では相当の機械的な耐久性をもつが，出来れば鋼製のもので，多少の弾力性のあるものが適当と思われた。

以上のように，魚肉ソーセージに附着する細菌を高圧殺菌により完全に殺菌し，しかも肉質の変化の小さい製品を作り得る見通しがついたが，なお製品の色沢および香気等並びにその製品の無菌性，または貯蔵性などの点において検討すべき問題があり，これらの問題については次に報告する。

要　　約

魚肉ソーセージの完全貯蔵を期するために，魚肉ソーセージの殺菌に関する一連の研究を行つた。

(1) まず魚肉ソーセージ製造の原材料，添加物並に製造工場内の細菌汚染度を調査し，ケース充塡前の混合摺身中には10^4～10^7/g程度の細菌が存在し，このうち10^2/g程度の細菌は85°C，30分間の加熱においても残存する耐熱性細菌であることを知つた。

(2) 次に，現行の加熱殺菌条件（85°～90°C，60分）により製造された市販製品のもので，軟化腐敗を起したものよりの分離細菌が，肉質中に10^3/g程度混入されて加熱された場合には，95°Cで50分，100°Cで40分，105°C（3 lbs 加圧下）では30分，110°C（6 lbs 加圧下）では20～30分，115°C（10 lbs加圧下）では10分の加熱で漸く死滅することをみた。

(3) なお，この場合，フラスキンなどの防腐剤が共存すると，細菌の死滅速度はさらに助長せしめられることをみた。

(4) 一方，市販の魚肉ソーセージ（直径3 cm，長さ16.5 cm）および魚肉ハム（角ハム，4×4.5×9 cm）について，種々の加熱温度下における熱伝導試験を行い，加熱温度に伴う製品の中心温度の時間的変化を検討した。

(5) この熱伝導試験の結果，前記のような魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌は現行の90°C，60分程度の加熱では死滅しないで残存することが明らかとなつた。

(6) 次いで，熱伝導試験の結果と，先に得られた魚肉ソーセージ中の耐熱性細菌の熱抵抗性試験の結果よりBallの理論により，各温度における理論的な完全殺菌時間を検討した結果，105°C（3 lbs, 加圧下）では53分程度の殺菌を要することを知つた。

(7) 以上の結果より，魚肉ソーセージの完全殺菌には加圧下における高温殺菌の必要が認められたので，この方法を確立する上において必要と思われる基礎的事項について検討を試みた。

(8) まず，高圧殺菌において，ソーセージのケース内に発生する内部膨圧を測定する装置を考案設置し，

これを用いて殺菌温度一時間と，ケース内の内部膨圧との関係を検討した。その結果，加熱圧力と内部膨圧との関係は直線的な比例関係で表わされることをみとめた。たゞしこの直線関係はケースの種類によつて異なる。

（9）しかして，この高温殺菌に際し，使用するケースは，サラン，クレハロンが適当で，ライファンではケースの収縮破損を来たす場合もあり概して不良である。

（10） なお，上記の高温殺菌において，加熱殺菌後の肉質は，殺菌温度が100°C以上においては明らかに低下するが，しかしサラン，クレハロン・ケースに充塡したものではライファン充塡のものに比し，その品質は低下しにくい。

（11） しかして，魚肉ソーセージのケース充塡したものを一定の金属製の型枠（リテーナー）に入れて，上記の高温殺菌を試みた結果，3～6 lbs（105°～110°C）60分程度の加熱殺菌を行つても肉質自身の弾力性はそれほど悪化せず，色沢，匂いの点において多少の損色を来たすも，しかし殺菌時間を適切に改良することによつて品質の改善は期待出来ることを知つた。

以上の各試験の結果より，高温殺菌法による魚肉ソーセージの完全貯蔵が期待出来る見通しがついた。すなわち高温殺菌時における内部膨圧に関する知見に基ずき，殺菌装置内に加圧空気を封入することにより内部膨圧を抑圧しながら，あるいは一定の形状を有する金属製の型枠にはめ込んでソーセージの膨脹を抑圧することによつて肉質の保全を期しながら完全殺菌することが可能と思われる。

文　　献

1） 木塚（1957）． 全国魚肉ソーセージ協会々報（23），4．
2） 谷川（1959）． 包装食品．310p．東京；紀元社．
3） 清水（1956）． 魚肉ソーセージ，〔p．4〕．東京；全国魚肉ソーセージ協会．
4） 木俣・河合（1951）． 日水誌 **16**（12），55．
5） ——・曾々木（1956）． 同上 **22**（4），269．
6） 横関・大島（1952）． 北水研報（5），21．
7） 高畑（1957）． 全国魚肉ソーセージ協会々報（19），4．
8） 横関（1958）． 日水誌 **23**（9），539．
9） ——・大島（1950）． 北水誌月報 **7**（7），1．
10） 野口・佃（1954）． 日本海区水研年報（1），225，229．
11） 曾々木（1958）． 日水誌 **23**（12），793．
12） 遠山外（1957）． 食品衛生ハンドブック．373p．東京；朝倉書店．
13） 清水・上野（1954）． 京大食研報（4），10．
14） 新川（1956）． 全国魚肉ソーセージ協会々報（13），6．
15） 宇野・徳永・中村（1956）． 北水誌月報 **13**（4），21；13（6），3．
16） 横関（1957）． 魚肉ソーセージ講習会要録 IV，8．東京；全国魚肉ソーセージ協会．
17） 清水（1957）． 全国魚肉ソーセージ協会々報（20），5．
18） 内山・横関（1957）． 魚肉ソーセージ講習会要録 III，18；IV，5．東京；全国魚肉ソーセージ協会．
19） 小笠原・斎藤・三井（1957）． 北海道衛生研報 **8**，1．
20） 横関（1956）． 魚肉ソーセージ講習会要録 III，9．東京；全国魚肉ソーセージ協会．
21） 清水外（1957）． 京大食研報（19），44．
22） 横関・内山・馬見（1958）． 日水誌 **24**（2），156．
23） 天野外（1955）． 日水誌 **20**（9），817．
24） 谷川外（1952）． 北大水産彙報 **3**（1），13．

25) 谷川 (1958). 北大水産紀要 **6** (2), 67.
26) ——— (1959). 罐詰時報 **38** (9), 46.
27) 鉄本・山田・高瀬 (1951). 日水誌 **17** (2), 30.
28) 横関・大島 (1950). 北水誌研報 (7), 1.
29) 井野 (1954). 腐敗研報 **7**, 31.
30) 高瀬・河端・天野 (1955). 日水誌 **20** (9), 846.
31) 沓原・大島 (1950). 北水試月報 **7** (4), 1.
32) 笠井・松井 (1957). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (18), 5
33) 谷川・紀谷 (1954). 北大水産彙報 **5** (3), 299.
34) 大島 (1953). 北罐技資料 (2).
35) 谷川 (1956). 罐詰の製造. 〔p. 247〕. 東京；紀元社.
36) 天野 (1948). 日水誌 **13** (3), 103.
37) 赤松 (1959). 同上 **25** (7-9), 545.
38) 内山・田中 (1958). 同上 **24** (2), 148.
39) 赤松 (1959). 同上 **25** (7-9), 549.
40) 松井・笠井 (1956). 全国魚肉ソーセージ協会々報 (5), 3.
41) ・ ・斎藤・諸戸 (1956). 同上 (7), 3；(8), 6.
42) 静岡水試 (1955). 4月 II. Z-404-1.
43) 谷川 (1956). 罐詰の製造. 〔p. 137〕. 東京；紀元社.
44) Lang (1935). *Univ. of Calif. Pub.* **2** (1), 1.
45) 松本・新井 (1952). 日水誌 **17** (12), 377.
46) 岡村・松田・横山 (1959). 同上 **24** (12), 994.
47) 志水・清水 (1953). 同上 **19** (4), 596.
48) 立木外 (1951). 水検月報 **26**, 10.
49) 谷川 (1956). 罐詰の製造 〔p. 88〕. 東京；紀元社.
50) 谷川・手塚 (1953). 未発表 (谷川英一著, 罐詰の製造. 44p参照).